PROCEEDING BOOK

EGE 6. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

İZMİR
10 - 11 EYLÜL 2022

EGE
6. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

EGE
6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

ISBN : 978-605-71938-4-1

EGE
6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
SEPTEMBER 10- 11, 2022
IZMIR

Edited By
DR. GÜLTEKİN GÜRÇAY
DR. AMANEH MANAFIDIZAJI

CONGRESS ORGANIZING BOARD
Head of Conferece: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Dr. Amaneh Manafidizaji
Organizing Committee Member: Dr. Zemfira Abbasova
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
Organizing Committee Member: Doç.F.ü.f.d., İradə Kərimova
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Sevinc Sadıqova
Organizing Committee Member: Dr. Nadire Kantarcıoğlu
Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Könül Səmədova
Organizing Committee Member: Dr. Leman Kuzu

All rights of this book belong to UBAK Conferences Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsibleboth ethically and juridically.
UBAK Conference–2022 ©

Issued: 20.09.2022
ISBN: 978-605-71938-4-1

CONFERENCE ID

EGE
6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
SEPTEMBER 10- 11, 2022
IZMIR

ORGANIIZATION
ACADEMY CONFERENCES
UBAK INTERNATIONAL SCIENCES ACADEMY

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey - Czech Republic- Canada- Iran- United Kingdom- India- Nigeria- Mexico- Japan- Finland- Malaysia- Poland- Tba- United States- Australia- Algeria- UK- Indonesia- Ghana- Egypt- Z̈urich- Iran- Iraq- Libya- Colombia- Tunisia- Pakistan- Uganda- Hungary- Kuwait- Morocco- Philippines- Saudi Arabia- Palestine- Taiwan

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45% FROM Turkey And 55% From Other Countries
60 papers from Turkey and 74 papers from other conutries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV
Ufa State Petroleum Technological University

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ
Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Doç. Dr. Hülya BALKAYA
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Mardin Artuklu Üniversitesi

Dr. Amina Salihi BAYERO
Yusuf Maitama Sule Üniversitesi

Dr. Karligash BAYTANASOVA
Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi

Dr. Baurcan BOTAKARAEV
Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER
Ürdün Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI
Tebriz Üniversitesi

Prof.Dr. Ariz Avaz GOZALOV
Moskova Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Ebru GÖZÜKARA
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA
Bakü Avrasya Üniversitesi

Dr. Gültekin GÜRÇAY

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA
Özbekistan Bilimler Akademisi

Dr. Mehdi Meskini Heydarlou

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA
K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Mamatkuli Jurayev
Özbekistan Bilim Akademisi

Dr. Kalemkas KALIBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Bouaraour Kamel
Ghardaia Üniversitesi

Prof. Dr. Ergün KOCA
Girne Amerikan Üniversitesi

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU
Ardahan Üniversitesi

Dr. Leman KUZU
İstanbul Kültür Üniversitesi

Sonali MALHOTRA
Delhi Balbahtri Academy

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

Prof. Muntazir MEHDI
Pakistan Language Academy

Dr. Amanbay MOLDIBAEV
Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
Çukurova Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ
Munzur Üniversitesi

Dr. Aysulu B. SARSEKENOVA
Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA
Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi

Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE
Cumhuriyet Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Özkan TİMURKAN
Atatürk Üniversitesi

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

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Yıldırım İsmail TOSUN
Şırnak Üniversitesi

Dr. Botagul TURGUNBAEVA
Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA
Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi

Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Fahriye Oben ÜRÜ
İstanbul Arel Üniversitesi

Prof. Dr. Akbar VALADBIGI
Urumiye Üniversitesi

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

Dr. Yang ZİTONG
Wuhan Üniversitesi

Doç. Dr. Eda Bozkurt
Atatürk Üniversitesi

EGE

6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

September 10- 11, 2022 - Izmir

CONFERENCE PROGRAM
Online Presentation

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

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

TECHNICAL INFORMATION

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

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

10. 09. 2022	10: 00 – 12:00
Meeting ID: 875 0688 8156	Passcode: 11120922
HALL: 1 SESSION: 1	MODERATOR: **DOÇ. DR. GÜNEŞ SALI**
DOÇ. DR. RECAİ AKKUŞ ARŞ. GÖR. BEDİRHAN TEKE	Öğretmen Adayı Belirleme, Öğretmen Yetiştirme Programları Ve Öğretmen Atama Süreçleri Kapsamına Yönelik Karşılaştırmalı Bir Çalışma
PROF. DR. MEHMET ÖZBAŞ	The Most Basic And Important Problems Faced By Romani Population
HAYATİ DOKDEMİR PROF. DR. MEHMET ÖZBAŞ	Humanism In The Early Republic Period And Its Effect On Education
DR. ÖĞR. ÜYESİ, SEBAHATTİN KARTAL DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYSEL ARSLAN	Şehzade Oyuncaklarının Çocukların Gelişim Alanlarına Etkisinin İncelenmesi
DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYSEL ARSLAN DR. ÖĞR. ÜYESİ, SEBAHATTİN KARTAL	Okul Öncesi Çocuklarının Dokunma Duyusunu Geliştirmeye Yönelik Eğitim Temelli Duyu Bütünleme Materyali Geliştirme Çalışması
YÜKSEK LİSANS ÖĞR. KAMURAN EROL DAĞ	Triggering Primary Traumas Of Secondary Traumas: Migration Phenomenon
DOÇ. DR. GÜNEŞ SALI	Üstün Yetenekliler Alanında Yapılmış Tezlerin Analizi
DOÇ. DR. GÜNEŞ SALI	Türkiye'de Okul Öncesi Öğretmenlerinin Ve Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Drama Hakkındaki Görüşleri İle İlgili Yapılan Çalışmaların İncelenmesi
ASSİST. PROF. DR. EMRULLAH AKCAN	Investigation Of The Relationship Between The Life Studies Lesson Attitudes And Critical Thinking Tendencies Of Primary School 3rd Grade Students
DR. İLYAS KARA AHMET İNANOĞLU	The Place And Importance Of Non-Governmental Organizations In Environmental Education
DR. İLYAS KARA AHMET İNANOĞLU	Approaches Of Social Studies Teachers Towards Teaching Practice II

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 2 SESSION: 1 MODERATOR: DR. NURKAN YILMAZ

EYYÜP YILDIRIM MESUT BULUT ÖMER FARUK TUTAR	Ortaokul Öğrencilerinin Beden Eğitimi Ve Spor Dersine İlişkin Tutumlarının İncelenmesi
EYYÜP YILDIRIM	Spor Seyircilerinin Zorbalık Davranışlarının İncelenmesi (Futbol Taraftarı Örneği)
DR PARASURAMA D	Relationship Between Achievement And Intelligence In CT And TBCT Classroom: A Linear Regression Analysis
ARİFE PEKER PROF. DR. İLKAY ULUTAŞ	Duygu Odaklı Resimli Öykü Kitaplarında Duygularla Baş Etme Yolları
DR. BURCU BAĞCI ÇETİN	Annelerin Ebeveynlik Stres Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi
ZOHAIB HASSAN SAIN	Challenges in Quality of Education in Higher Education Institutions (HEIs) of Pakistan
ƏLİYEVA VÜSALƏ SƏRDAR QIZI	Məktəbəqədər Yaşlı Uşaqların Öyrənmə Maraqlarının Artırılması Yolları.
ELNARE İSAKHAN GİZİ VELİYEVA	Opportunities Of Performing Proper Names In Written Literature
YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, ÜLKÜ TOKOĞLU	Sosyal Bilgiler Öğretmenlerinin Görev Yaptıkları Çevrenin Yerel Tarihi İle İlgili Uygulamaları Ve Karşılaşılan Problemler
DR. NURKAN YILMAZ	Examination Of Flexibility And Explosive Power Scores Of Sedentary Individuals After Regular Trainings
RESEARCHER, KADİR AYRILMAZ ASSIST. PROF., KURTULUŞ ÖZLÜ	Investigation Of The Relationship Between Physical Education Teachers'; Subject Area Competencies, Teaching Styles And Their Value Perceptions

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 3 SESSION: 1 MODERATOR: DR. ERDAL KURTÇU

PROF. DR. ASSİYE AKA	Twitter Üzerinden Bazı Dugulara/Panoptik Etkilere Sosyolojik Bakış
ZEMFİRA ISAKHAN GİZİ ABBASOVA	Phonographic Implicit Symbols In Azerbaijani Literary Texts As One Of The Means Of Expression Creating Imagery
ARZU SABİR GİZİ KARİMOVA	Language Policy In The Baltic States After The Collapse Of The USSR
ÖĞR. GÖR. İLKNUR İLĞAR	Türkiye'deki Eğitim Sorunlarının Çözümü Üzerine
ÖĞR. GÖR. İLKNUR İLĞAR	Öğrencilerin Üstbiliş Farkındalıkları Ve Bilişüstü Öğrenme Stratejileri Kullanmalarının Akademik Başarıları Üzerindeki Etkisi
PROF. DR. AHMET ÜSTÜN MERVE ALICI	A Review Of The Increase Of The IBDP: International Baccalaureate Diploma Program Schools In Turkey In Recent Years
ARŞ. GÖR. DR. ERDAL KURTÇU	Detection And Analysis Of Ottoman Turkish Musical Texts As A Component Of Historical Musicology Studies In Turkey
YAHYA OCAK PROF. DR., MUSTAFA SAĞDIÇ	Web 2.0 Animasyon Araçları Kullanımının Sosyal Bilgiler Öğretimindeki Yeri
DR., SEZGİN ELBAY DOÇ. DR., TUBA ŞENGÜL BİRCAN	Ortaokul Seçmeli Hukuk Ve Adalet Dersi Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre İncelenmesi

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00
Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 4 SESSION: 1 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDÜLHAKİM BAHADIR DARI

AYODEJI OLUWATOBI OJETUNDE	Ghrelin As A Potential Therapeutic Agent For Aging-Related Sarcopenia
DR. ÖĞR. ÜYESİ, GÜLŞAH BARĞI FZT, NİRAN ÇAKIR FZT, ROJDA KAYMAZ FZT, İLAYDA KAYAPINAR	Covid-19 Pandemi Sürecinde Ekran Karşısında Çalışan Bireylerde Göz Yorgunluğu, Baş Ağrısı, Fiziksel Ve Mental Yorgunluk
DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDÜLHAKİM BAHADIR DARI	The Public Service Announcements About The Harms Of Smoking To The Natural Environment
DR. ÖĞR. ÜYESİ SERVET AŞKIN, ÖĞRETMEN HALİM YIMAZ	Examination The Effect Of Volcanic Geology İn Apricots The Arsenic, Selenium And Lead Element Concentrations
ÖĞRETİM GÖREVLİSİ, ESRA KARABULUT	Ağlayan Hasta İle Etkili İletişim
ÖĞRETİM GÖREVLİSİ, ESRA KARABULUT	Terapötik İletişimin, Ölümü Yaklaşan Birey İle Etkileşimdeki Önemi Ve Yeri
EDA NUR ÇAKIR AYDAN MOROVA GÜLİZAR PETEK İREM ERKILIÇ NERGİZ DEMET ÖZMAN NİSA HIZIROĞLU PROF. DR. ALİYE ÖZENOĞLU	The Impact Of The Use Of Social Media On Health Promotion In Adolescents
DR. CEMRE BOLGÜN	Sosyal Hizmet Eğitiminde Eleştirel Bir Yaklaşım: Paulo Freire Ve Ezilenlerin Pedagojisi
CEVRİYE ÜNAL YAŞAR TATAR KADRİYE AĞAN- YILDIRIM CENGİZ KARAGÖZOĞLU ADİL DENİZ DURU	Havalı Tabanca Atıcılarında Atış Performansına Göre Tetik Düşme Öncesi Ve Tetik Düşme Sonrasında Eeg Alfa Gücünün Karşılaştırılması

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00
Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 5 SESSION: 1 MODERATOR: DOÇ. DR. FATİH KAR

ARŞ. GÖR. HAVVA NUR ATALAY PROF. DR. RECEP YÜCEL	Risk Factors In Health Institutions
PROF. DR. RECEP YÜCEL ARŞ. GÖR. HAVVA NUR ATALAY	Patient Safety And Leadership In Health Institutions: Content Analysis
ASSİST. PROF. DR. BURAK ÖNAL	Ascorbate May Reduce Atherosclerosis By Controlling ICAM-1 and VCAM-1 Expression
DOÇ. DR. FATİH KAR	Akut Böbrek Hasarında Yeni Biyokimyasal Belirteçler
OP. DR. AYHAN ERDEMİR	Safra Kesesinde Heterotopik Pankreas Dokusu
EREN TİMURTAŞ HALİT SELÇUK	Synchronous And Asynchronous Telerehabilitation Methods Have Similar Effects In Individuals With Non-Specific Neck Pain
HALİT SELÇUK EREN TİMURTAŞ	Short-Term Effects Of Telerehabilitation On Outcomes For People With Knee Osteoarthritis: A Preliminary Report
RUKİYE ADA BENDER RENGİNAR AKBULAK ALİ ŞENGÜL	Can Asymptomatic Sars-Cov-2 Infection Cause Spontaneous Abortion? Covid-19 And Spontaneous Abortion
DR.,FATMA CAVUS YONAR DR.,BERİL ANILANMERT	Adli Toksikoloji Perspektifinden Fentanil
DR.,BERİL ANILANMERT DR.,FATMA ÇAVUŞ YONAR	Cure Or Poison?

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 6 SESSION: 1 MODERATOR: GİZEM GEDİK

UJAS NATWARLAL PANDYA	Digital Literature: A Paradigm Shift
SİTARE HASANOVA YAŞAR BARUT	Psikolojide Kariyer Yelkenlisi Modeli Üzerine Kuramsal Bir Değerlendirme
ARŞ. GÖR. ELİF BARTAN DR. ÖĞR. ÜYESİ GAYE SOLMAZER	Mutluluk Paylaşımı Ve Duygusal Yeme Davranışı Arasındaki İlişkide Temel Psikolojik İhtiyaçların Aracı Rolü
ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ, GİZEM GEDİK	Çocukluk Çağı Travmaları Ve Kişilik Örüntüleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
YASEMİN TÜTER	Narsisistik Kişiliğin Tutum Ve Davranışlara Etkisi
YASEMİN UYAR DÜZGÜN	Siyah Deri Beyaz Maskeler: Sömürgecilik Bağlamında Psikoloji Kültür İlişkisini Yeniden Düşünmek
AGİT AKYEL	Tekinsiz Vadi: Sosyal Robotlarla Etkileşimde İnsan Psikolojisi

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 1 SESSION: 1 MODERATOR: **CLEMENTE LOBATO FRAILE**

YUNOS ZAHRI AB HAMID R. SUSANTY AHMAD MUSTAFFA	Cyber Security Situational Awareness among Students: A Case Study in Malaysia
A. BOUABID B. BIELENBERG S. AINANE N. PASHA	Learning Outcomes Alignment across Engineering Core Courses
CHRISTINE K. FULMER	Proposing Problem-Based Learning as an Effective Pedagogical Technique for Social Work Education
AGAH TUĞRUL KORUCU HANDAN ATUN	The Cloud Systems Used in Education: Properties and Overview
RIAM ABU-MUCH MUHAMAD HUGERAT	Lab Activities for Introducing Nanoscience to Teachers and Students
NAGORE GUERRA BİLBAO CLEMENTE LOBATO FRAILE	Elaboration and Validation of a Survey about Research on the Characteristics of Mentoring of University Professors' Lifelong Learning
ABDUL HALIM ABDULLAH NUR LIYANA ZAINAL ABIDIN MAHANI MOKHTAR	Using Thinking Blocks to Encourage the Use of Higher Order Thinking Skills among Students When Solving Problems on Fractions
FAHAD SULEIMAN	Students' Views on Mathematics Learning: A Cross-Sectional Survey of Senior Secondary Schools Students in Katsina State of Nigeria
SALINA BUDIN SHAIRA ISMAIL	Undergraduates Learning Preferences: A Comparison of Science, Technology and Social Science Academic Disciplines in Relations to Teaching Designs and Strategies
SHAHLAN SURAT SAEMAH RAHMAN SAADIAH KUMMIN	Inquiry on the Improvement Teaching Quality in the Classroom with Meta-Teaching Skills
ETSUO MORISHITA	Project and Experiment-Based Fluid Dynamics Education

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 2 SESSION: 1 MODERATOR: **SAMIA AIT ALI YAHIA**

M. M. MUHAMMED O. KHUZAIMA	21st Century Islam: Global Challenges of Islamic Representation and Knowledge Acquisition
DOROTA KOBUS-OSTROWSKA	Theory and Reality on Working Life of People with Disability: The Case in Poland
MURITALA BABATUNDE HASSAN	The Politics of Foreign Direct Investment for Socio-Economic Development in Nigeria: An Assessment of the Fourth Republic Strategies (1999 - 2014)
KEHINDE AUGUSTINA ODUKOYA	Sexualization of Women in Nigerian Magazine Advertisements
SAMIA AIT ALI YAHIA	The Cave Paintings of Libyc Inscriptions of Tifra, Kabylia, Algeria
DINABANDHU MAHATA AMIT KUMAR AMBARISH KUMAR RAI	Female Work Force Participation and Women Empowerment in Haryana
NURAN ÖZE	Communication and Devices: Face to Face Communication versus Communication with Mobile Technologies
MOHD YUSRI IBRAHIM	Developing Measurement Model of Interpersonal Skills of Youth
UCHENNA BELLA ONU	Preservation of Artistic Heritage: Effect of Modernization on Antiquities and Traditional Murals in Nigeria
ANDERS TROEDSSON	From Risk/Security Analysis via Timespace to a Model of Human Vulnerability and Human Security

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 3 SESSION: 1 MODERATOR: **DEWI FATMANINGRUM**

NUNTAPORN AUKKANIT	Effect of Different Oils on Quality of Deep-fried Dough Stick
ABTEHAL Y. ANAAS MOHD NAZMI BIN ABD. MANAP	Association between Single Nucleotide Polymorphism of Calpain1 Gene and Meat Tenderness Traits in Different Genotypes of Chicken: Malaysian Native and Commercial Broiler Line
AMIR SABER GHARAMALEKI, BEITOLLAH ALIPOUR ZEINAB FAGHFOORI AHMAD YARIKHOSROUSHAHI	Prophylactic Effects of Dairy Kluyveromyces marxianus YAS through Overexpression of BAX, CASP 3, CASP 8 and CASP 9 on Human Colon Cancer Cell Lines
KHAIRUL BARIAH SULAIMAN TAJUL ARIS YANG	Color Characteristics of Dried Cocoa Using Shallow Box Fermentation Technique
AHMED M. S. HUSSEIN SAHAR Y. AL-OKBI	Evaluation of Bakery Products Made from Barley-Gelatinized Corn Flour and Wheat-Defatted Rice Bran Flour Composites
MAMTA KUMARI SHASHI JAIN	Screening of Potential Sources of Tannin and Its Therapeutic Application
KUBRA SAYIN DERYA ARSLAN	Antioxidant Properties, Ascorbic Acid and Total Carotenoid Values of Sweet and Hot Red Pepper Paste: A Traditional Food in Turkish Diet
ASHRAF S. HAKIM RANDA M. ALAROUSY	Incidence of Fungal Infections and Mycotoxicosis in Pork Meat and Pork By-Products in Egyptian Markets
DEWI FATMANINGRUM ADE WIRADNYANI	Inadequacy of Macronutrient and Micronutrient Intake in Children Aged 12-23 Months Old: An Urban Study in Central Jakarta, Indonesia
ABTEHAL Y. ANAAS MOHD NAZMI BIN ABD. MANAP	Association between Single Nucleotide Polymorphism of Calpain1 Gene and Meat Tenderness Traits in Different Genotypes of Chicken: Malaysian Native and Commercial Broiler Line

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 4 SESSION: 1 MODERATOR: **SALEEM Z. RAMADAN**

ABHIMANYU PATI KRISHNA KUMAR VELURI	Oracle JDE Enterprise One ERP Implementation: A Case Study
CSABA I. HENCZ ISTVÁN Á. HARMATI	Improving the Quality of Transport Management Services with Fuzzy Signatures
ATUL DEV PANKAJ JHA	Beyond Taguchi's Concept of the Quality Loss Function
YUSUF S. DAMBATTA AHMED A. D. SARHAN	Surface Roughness Analysis, Modelling and Prediction in Fused Deposition Modelling Additive Manufacturing Technology
E. ASADOLLAHI-YAZDI J. GARDAN P. LAFON	Integrated Design in Additive Manufacturing Based on Design for Manufacturing
OSAMA ELGADI MARTIN BIRKETT WAI MING CHEUNG	Identifying the Barriers behind the Lack of Six Sigma Use in Libyan Manufacturing Companies
SALEEM Z. RAMADAN	Binary Programming for Manufacturing Material and Manufacturing Process Selection Using Genetic Algorithms
MENGIST HAILEMARIAM SILMA YOSEPH	Improving Production Capacity through Efficient PPC System: Lesson from Leather Manufacturing
FAHANIM ABDUL RASHID MUHAMMAD AZZAM ISMAIL	Embodied Carbon Footprint of Existing Malaysian Green Homes

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 5 SESSION: 1	MODERATOR: **MONA SALAH EL-DIN HASSANEIN**
ASMA MEHAN	Public Squares and Their Potential for Social Interactions: A Case Study of Historical Public Squares in Tehran
M. AMINU SANDA K. EWONTUMAH	Organizational Involvement and Employees' Consumption of New Work Practices in State-owned Enterprises: The Ghanaian Case
YESUSELVI MANICKAM TAN SOON CHIN	Assessment on Communication Students' Internship Performances from the Employers' Perspective
MAJEED MOHAMMED MIDHIN CLARE FINBURGH	Tom Stoppard: The Amorality of the Artist
AHMED USMAN EGYE HAMZA MUHAMMAD	Analysis of Poverty Reduction Strategies as Mechanism for Development in Nigeria from 1999-2019
NINO ABESADZE MARINE MINDORASHVILI NINO PARESASHVILI	Investigation of the Main Trends of Tourist Expenses in Georgia
SAMIA AIT ALI YAHIA	Analysis of Steles with Libyan Inscriptions of Grande Kabylia, Algeria
SAYANTAN KHANRA ROJERS P. JOSEPH	Adoption and Diffusion of E-Government Services in India: The Impact of User Demographics and Service Quality
NAEEM AHMED	Social Work Practice to Labour Welfare: A Proposed Model of Field Work Practicum and Role of Social Worker in India
MONA SALAH EL-DIN HASSANEIN	From Victim to Ethical Agent: Oscar Wilde's The Ballad of Reading Gaol as Post-Traumatic Writing

10. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 6 SESSION: 1 MODERATOR: **SAULE MUSSABEKOVA**

MUHAMMAD NAVEED YANG CAIXIA	Need of National Space Legislation for Space Faring Nations
ANTONIOS MANIATIS	Human Rights in Armed Conflicts and Constitutional Law
SAULE MUSSABEKOVA	Forensic Medical Capacities of Research of Saliva Stains on Physical Evidence after Washing
FAHAD ALANAZI ANDREW JONES	A Method to Enhance the Accuracy of Digital Forensic in the Absence of Sufficient Evidence in Saudi Arabia
KHADIJA ALI	Sexual and Gender Based Crimes in International Criminal Law: Moving Forwards or Backwards?
UMAR UBANDAWAKI	Controlling Youths Participation in Politics in Sokoto State: A Constructive Inclusiveness for Good Governance in Nigeria
ABDUL SALIM AMIN	Judicial Institutions in a Post-Conflict Society: Gaining Legitimacy through a Holistic Reform
DINI DEWI HENIARTI	Military Court's Jurisdiction over Military Members Who Commit General Crimes under Indonesian Military Judiciary System in Comparison with Other Countries
KHODR FAKIH	The Ombudsman: Different Terminologies Same Missions
ARMEN YEZEKYAN	The Legal Procedure of Attestation of Public Servants

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 1 SESSION: 2 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ ENDER UZABACI

ÖĞR. GÖR. AYDIN SEVER DR. AR. GÖR. GÖZDE ARKALI AR. GÖR. EDANUR GÜLER PROF. DR. MEHMET ÇAY	The Effect Of Selenium Application On Oxidative Values In Rats Exercising Until Depletion
ÖĞR. GÖR. AYDIN SEVER PROF. DR. MEHMET ÇAY DR. AR. GÖR. GÖZDE ARKALI	The Effect Of Selenium On Swimming Endurance, Oxidative Stress And Nrf2/HO-1 Protein Expressions In Rats
DOÇ. DR. SEMRA KAYA ARŞ. GÖR. GÖKHAN KOÇAK	Üreme Mevsimindeki Romanov Koyunlarında Senkronizasyon Protokolleriyle Birlikte D Vitamini Enjeksiyonunun Bazı Üreme Parametreleri Üzerine Etkisi
ARŞ. GÖR. GÖKHAN KOÇAK	Koyunlarda Seksüel Senkronizasyon Ve Östrusun Uyarılması
DR.ÖĞR.ÜYESİ ENDER UZABACI	The Effect Of Synbiotics On Broiler Growth Performance: A Meta-Analysis
DR. ÖĞR. ÜYESİ NEHİR KAYMAK DR. ÖĞR. ÜYESİ NESRİN EMRE DR. F. BANU YALIM	Barajlı Bir Nehrin Balık Topluluk Yapısının Uzunlamasına Ve Zamansal Değişimi: Aksu Çayı, Antalya
DR.ÖĞR.ÜYESİ, NÜVİT COŞKUN	Proteins Encoded By Canine Distemper Virus, Their Importance In Pathogenesis And Molecular Diagnosis

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: ASST.PROF., YEŞİM ESGİN

DR. BHAVNA B. TERAIYA	Knowledge Management in the Digital Library using Technology
ASST.PROF., YEŞİM ESGİN	A Study Of Social Proof And Consistency Strategies For Software As A Service (Saas) Products In The Digital Music Market As In The Context Of Persuasion
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, MÜJDE AKSOY	Online Anlık Satın Alma Davranışında Influencer Pazarlamanın Etkisi Üzerine Bir Araştırma
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, MÜJDE AKSOY	Dijital Tüketim Olgusu Ve Dijital Tüketici Trendleri
RES. ASSİST. DR. HAKAN ÖNDES	Forecasting Of Housing Sales In Turkey With Artificial Neural Networks And Hybrid Techniques
DR. HASAN YALÇIN	Favök (Ebitda) Kavramı Ve Muhasebe Tahminlerinin Favök Üzerine Etkisi
DR. ÖĞR. ÜYESİ ,ERKİN NEVZAT GÜDELCİ İLYAS ÖZER	Finansal Raporlama Dili XBRL Ve XBRL Hakkında Yazılmış Makalelerinin Şekil Ve İçerik Analizi
DR. BURCU YİĞİT	The Conceptual And Theoretical Investigation Of The Role Of Mobbing In The Relationship Between Job Stress And Burn Out Syndrome

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 3 SESSION: 2 MODERATOR: **DOÇ.DR. GÜLDEN ŞİŞMAN**

ELMER M. SORIANO BENJAMIN T. SABATER III DELBERT JEWEL M. NATAGOC SHANNEN LEIGH A. UY	The Philippine Fintech Industry And Its Impact On The Digital Efficiency Of The Local Government In Metro Manila
MURAT KARA	Süleyman Demirel Üniversitesinde Uygulanan Askıda Yemek Sosyal Sorumluluk Projesinin Ekonomik Etkilerinin Analizi
MURAT KARA	Kovid-19 Döneminde Türkiye'de Pazarlama Trendleri
DR. ÖĞR. ÜYESİ, CANAN YILDIRAN	Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Girişimcilik Yönelimlerinin Demografik Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi
ASST. PROF. DR. FULYA ZARALI	Evaluation Of The Logistics Performance Of G7 Countries With MCDM Method
ARŞ. GÖR. SAMET ÖZDEMİR	En Etkin 50 Üst Düzey İnsan Kaynakları Yöneticisinin (CHRO) Linkedin Profillerinin İncelenmesi
NURFİGEN FESLİOĞLU DR. KANSU GENÇER	An Example Of Sustainable Gastronomy Tourism: Tequila Tourism In The UNESCO Cultural Heritage Agave Region
DOÇ.DR. GÜLDEN ŞİŞMAN	Ödeme Kaydedici Cihazlara Yapılan Müdahalenin Kaçakçılık Suçu Açısından Değerlendirilmesi
YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, BETÜL ÇELİK	Uluslararası Ticarette Müdahale Araçları Olarak Kullanılan Tarife Dışı Engeller Ve Türkiye'nin Dış Ticareti Üzerine Etkileri

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 4 SESSION: 2 MODERATOR: DOÇ. DR. ÇİĞDEM TANYEL BAŞAR

SEGUN AYODELE	Improving Compliance To International Humanitarian Laws Amongst The North East Nigerian Troops During Counter-Insurgencies
ÖĞR. GÖR. DR., HAKAN IRAK	Dijitalleşen Demokrasi Ve Yeni Bir Siyasi Dönüşüm Olarak Dünyada Ve Türkiye'de Elektronik Siyasi Partiler
ZEYNEP SÖNMEZ	An Assessment On The Concept Of Modern Science And Progress
DR. GÜLLER ŞAHİN ÖĞR. GRV. DR. FATİH VOLKAN AYYILDIZ	The Relationship Of Globalization, Natural Resources And Ecological Footprint
DR. MEHTAP DOĞAN	A Discussion on Artificial Mind: Fading Qualia
DOÇ. DR. ÇİĞDEM TANYEL BAŞAR	Experimental Approaches To The Concept Of Migration From Different Disciplines

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 5 SESSION: 2	MODERATOR: **DOÇ. DR. MEHMET NURİ ÇINARCI**
DR.ÖĞR.ÜYESİ, ALEV ÖNDER	Bir Değişim Romanı Olarak Manves City'de Kimlik, Yitirilen Geçmiş Ve Bellek
DR. ÖĞR. GÖR., GÖKÇE ULUS	Fakir Gencin Hikâyesi'nde Anlatıcının Kimliği
DOÇ. DR. MEHMET NURİ ÇINARCI	A Translation Of Gulistan The Author Of Which Is Unknown In Library Of Behram Begova
DOÇ. DR. MEHMET NURİ ÇINARCI	The Works Of Ibnu'l-Arabi As A Source In Turkish Mesnevi Commentaries
ÖĞR. GÖR. DR. HÜSEYİN SELİM KOCABIYIK	Batılı Çeviribilimcilerin Kuramları Işığında Necib Mahfuz'un "Başkan'ın Öldürüldüğü Gün" Adlı Romanındaki Dil Oyunlarının Türkçe Çevirisinin Analizi
DR. ÖĞR. ÜYESİ ABDÜLHAKİM BAHADIR DARI	An Analysis Of Images In Anti-War Public Service Announcements In The Light Of Louis Hjelmslev's Indicative Model
DR. ÖĞR. ÜYESİ, MEHMET FATİH ELMAS	Camus'nün "Varoluşçuluk"U Üzerine
F.Ü.F.D.NƏRMİN CAHANGİROVA	Lu Sinin "A-Künün Həqiqi Hekayəsi" Povestinin İdeya-Bədii Xüsusiyyətləri

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 6 SESSION: 2 MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi TÜLAY KORKUSUZ POLAT

SEEMANT TIWARI	Data Set Clustering Using K-Means
OMAR SAGBAN AL-BUTTI PROF.DR. MUSTAFA BURUNKAYA	Comparison Between Using Genetic Algorithm And Fmincon Methods For Solving The Optimal Power Flow Of Ieee-30 Bus Standard System
CEMAL KÖR PROF.DR. MUSTAFA BURUNKAYA	Iot Tabanlı, Mobil Cihazlar İle İzlenebilen Ve Kontrol Edilebilen Yeni Ve Modern Bir Hassas Mantar Tarım Sistemi
MÜH. SEZGİN CEYLAN PROF. DR. MUSTAFA BURUNKAYA	Uçuş Simülatörü Hareket Sistemleri İçin Fpga Tabanlı Düşük Gürültülü Gerçek Zamanlı Veri Toplama Sistemi
AHMET KIZMAZ	Akıllı Şebekelere Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Entegrasyonunun Çevre Açısından İncelenmesi
EKİN BERFİN BIYIK CÜNEYT TEKİN TÜLAY KORKUSUZ POLAT	Bir Makine İşletmesinde Ergonomik Risk Analiz Yöntemi Kullanılarak Proses İyileştirme
ELİF ALADAĞ TÜLAY KORKUSUZ POLAT	Bir Treyler Firması İçin Üretim Sürecinin Analizi
BUSE YÜKSEL	Aşındırıcıların Fren Balatası Sürtünme Performansı Üzerine Etkileri (Poster)

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 1 SESSION: 2 MODERATOR: **MOHAMED M. ELSHERBINY**

AKM REZAUL KARIM TANIA SHARAFAT ABU YUSUF MAHMUD	Cognitive Emotion Regulation in Children Is Attributable to Parenting Style, Not to Family Type and Child's Gender
SHEILA MARIE G. HOCSON	Career Counseling Program for the Psychological Well-Being of Freshmen University Students
MOHAMED M. ELSHERBINY	The Effectiveness of Cognitive Behavioural Intervention in Alleviating Social Avoidance for Blind Students
ASIF ALI, DAUD SALIM FARUQUIE	A Quasi-Systematic Review on Effectiveness of Social and Cultural Sustainability Practices in Built Environment
VESILE EVRIM ALIYU AWWAL	Effect of Personality Traits on Classification of Political Orientation
MARZIEH TALEBZADEH SHOUSHTARI	The Effectiveness of Metaphor Therapy on Depression among Female Students
ASMITA SHUKLA SOMA PARIJA	Impact of Personality and Loneliness on Life: Role of Online Flow Experiences
A. GAGAT-MATUŁA	Family Relationships and Coping with the Stress of Young People from Migrant Families with Cerebral Palsy
ABDULKAREEM HUSSEIN BIBIRE	Job Satisfaction and Motivation as Predictors of Lecturers' Effectiveness in Nigeria Police Academy

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: **RAJAMANI DORAISWAMI**

ANUPAM KUMAR ABDUL HAMID BHAT PRAMOD AGARWAL	Reduced Rule Based Fuzzy Logic Controlled Isolated Bidirectional Converter Operating in Extended Phase Shift Control for Bidirectional Energy Transfe
G. KHAMOOSHIAN	Designing a Robust Controller for a 6 Linkage Robot
AHMAD ZAHRAN AHMED HERZALLAH AHMAD AHMAD MAHRAN QURAAN	Modular Harmonic Cancellation in a Multiplier High Voltage Direct Current Generator
RAJESH KUMAR PUNEET AGGARWAL	Integration of Virtual Learning of Induction Machines for Undergraduates
MOHD TARIQ	Five-Phase Induction Motor Drive System Driven by Five-Phase Packed U Cell Inverter: Its Modeling and Performance Evaluation
RAJAMANI DORAISWAMI LAHOUARI CHEDED	Adaptive Kaman Filter for Fault Diagnosis of Linear Parameter-Varying Systems
ZAKIR HUSAIN NEEM SAGAR NEERAJ GUPTA	Steady State Analysis of Distribution System with Wind Generation Uncertainity
MAMIDI RAMAKRISHNA RAO	Optimization of Doubly Fed Induction Generator Equivalent Circuit Parameters by Direct Search Method
ALPANA AGARWAL AKHIL SHARMA	Inverter Based Gain-Boosting Fully Differential CMOS Amplifier

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 3 SESSION: 2 MODERATOR: **NILIMA D. GAJBHIYE**

KARUPPAIYA MARUTHAI VIRUTHAGIRI THANGAVELU MANIKANDAN KANAGASABAI	Statistical Screening of Medium Components on Ethanol Production from Cashew Apple Juice using Saccharomyces diasticus
EMMA K. SALES NILDA G. BUTARDO	Molecular Analysis of Somaclonal Variation in Tissue Culture Derived Bananas Using MSAP and SSR Markers
NILIMA D. GAJBHIYE	Toxic Effect of Sodium Nitrate on Germinating Seeds of Vigna radiata
E. BINAEIAN SH. SOROUSHNIA	Investigation on Toxicity of Manufactured Nanoparticles to Bioluminescence Bacteria Vibrio fischeri
ADNAN Y. ROJEAB	Magnetic Properties Govern the Processes of DNA Replication and the Shortening of the Telomere
SOMAYYEH AZIZI SAEED KABOLI ATSUSHI YAGI	Evolutionary Distance in the Yeast Genome
ARPITA SONI SAPNA MITTAL	Smart Motion
NADIA EL ALAMI EL HASSANI, SOUKAINA MOTIA BENACHIR BOUCHIKHI NEZHA EL BARI	Synthesis of Highly Sensitive Molecular Imprinted Sensor for Selective Determination of Doxycycline in Honey Samples

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 4 SESSION: 2 MODERATOR: **MOHAMMAD ABDOLLAHI**

ABU SALIM MUSTAFA	Microbial Contaminants in Drinking Water Collected from Different Regions of Kuwait
MANISHA CHAUDHARY JOYDIP DHAR GOVIND PRASAD SAHU	Mathematical Model of Depletion of Forestry Resource: Effect of Synthetic Based Industries
NOOR MOHAMMAD	The Agricultural Governance in Bangladesh: A Case Study
OQBA BASAL ANDRÁS SZABÓ	The Effects of Drought and Nitrogen on Soybean (Glycine max (L.) Merrill) Physiology and Yield
GERALD AMATRE JULIUS BUNNY LEJJU MORGAN ANDAMA	Jigger Flea (Tunga penetrans) Infestations and Use of Soil-Cow Dung-Ash Mixture as a Flea Control Method in Eastern Uganda
MOHAMMAD ABDOLLAHI	Application of Metarhizium anisopliae against Meloidogyne javanica in Soil Amended with Oak Debris
MUHAMMAD IMRAN IQRA BASİT MOBUSHİR RİAZ KHAN SAJİD RASHEED AHMAD	Analyzing the Impact of Spatio-Temporal Climate Variations on the Rice Crop Calendar in Pakistan
KUNWAR D. YADAV DAYANAND SHARMA	Vermicomposting of Textile Industries' Dyeing Sludge by Using Eisenia foetida

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 5 SESSION: 2 MODERATOR: **NGUYEN VIET TAN**

TRAVIS MORRIS	Analyzing Environmental Emotive Triggers in Terrorist Propaganda
JORGE A. SCHIAVON	Federalism and Foreign Affairs: The International Relations of Mexican Sub-State Governments
A. BAHAR GANIYEVA M. SABUHI TANRIVERDIYEV	The State Support to the Tourism Policy Formation Mechanism in Black Sea Basin Countries (Azerbaijan, Turkey, Russia, Georgia) and Its Impact on Sustainable Tourism Development
YVONNE AYERKI LAMPTEY	Behavioural-Orientation and Continuity of Informality in Ghana
TRIYANTO RIMA VIEN PERMATA HARTANTO	Recognition and Protection of Indigenous Society in Indonesia
NGUYEN VIET TAN	Identifying the Traditional Color Scheme in Decorative Patterns Used by the Bahnar Ethnic Group in the Central Highlands of Vietnam
MOHSEN DAVARZANI EHSAN LAME MOHAMMAD TAGHI HASSAN ZADEH	Reviewing the Relation of Language and Minorities' Rights
PUTHSODARY TAT	A Theory-Based Analysis on Implications of Democracy in Cambodia
JAILAN MOHAMED EL DEMERDASH	Millennials' Viewpoints about Sustainable Hotels' Practices in Egypt: Promoting Responsible Consumerism
MUHAMMAD NAVEED YANG CAIXIA	Need of National Space Legislation for Space Faring Nations

10. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 6 SESSION: 2 MODERATOR: **MUSA BALA ZAKARI**

AHMAD ALSOLAMI DARREN MUNDY MANUEL HERNANDEZ-PEREZ	A Structured Mechanism for Identifying Political Influencers on Social Media Platforms: Top 10 Saudi Political Twitter Users
NANCHE BILLA ROBERT	Income Inequality and the Poverty of Youth in the Douala Metropolis of Cameroon
MUSARRAT JABEEN	Conceptualizing Thoughtful Intelligence for Sustainable Decision Making
MUSA BALA ZAKARI MARK BUTTON	Insiders' Perspectives of Countering Public Sector Corruption in Nigeria: Identifying and Targeting Its Nature, Characteristics and Fundamental Causes
HASHEM DEHGHANNIRI	A Goal-Driven Crime Scripting Framework
MUJEEB SAIF MOHSEN AL-ABSY KU NOR IZAH KU ISMAIL SITRASELVI CHANDREN	Corporate Governance Mechanisms, Whistle-Blowing Policy and Earnings Management Practices of Firms in Malaysia
JAILAN MOHAMED EL DEMERDASH	Millennials' Viewpoints about Sustainable Hotels' Practices in Egypt: Promoting Responsible Consumerism
NAEEM ULLAH KHAN KALSOOM KHAN	Evolving Paradigm of Right to Development in International Human Rights Law and Its Transformation into the National Legal System: Challenges and Responses in Pakistan
MOHAMMAD TIPU SULTAN FARZANA SHARMIN KE XUE	Sharing Tourism Experience through Social Media: Consumer's Behavioral Intention for Destination Choice

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)
Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 1 SESSION: 1 MODERATOR: KADRİ KURT

M. MUSTAFA BEYDAĞI DOÇ.DR. A. FATİH ÖZCAN PROF.DR. İLHAN İÇEN	Alt-Or-Mat Köprüsü
M. MUSTAFA BEYDAĞI PROF.DR. İLHAN İÇEN DOÇ.DR. A. FATİH ÖZCAN	Zit Kenar Dik Üçgen
ASST. PROF. DR. ADEM YOLCU ASSOC. PROF. DR. TAHA YASİN ÖZTÜRK	Some New Results On Pythagorean Neutrosophic Soft Topological Spaces
ASST. PROF. DR. ADEM YOLCU ASSOC. PROF. DR. TAHA YASİN ÖZTÜRK	Some Operations On Pythagorean Neutrosophic Soft Topological Spaces
PROF. DR., ÖMÜR DEVECİ RES. ASSİST., ÖZGÜR ERDAĞ	The Narayana-Padovan Sequence Modulo *m*
RES. ASSİST., ÖZGÜR ERDAĞ PROF. DR., ÖMÜR DEVECİ	The Representation And Finite Sums Of The Narayana-Padovan Numbers
ASST. PROF. DR. YEŞİM AKÜZÜM	The Narayana-Jacobsthal Sequence Modulo *m*
ASST. PROF. DR. YEŞİM AKÜZÜM	The Representations And Finite Sums Of The Narayana- Jacobsthal Numbers
ÇİĞDEM CENGİZ MEHMET SAİT CENGİZ	Volumetric Lighting In Architectural Design
ÇİĞDEM CENGİZ MEHMET SAİT CENGİZ	Use Of White Light In Living Spaces
KADRİ KURT	Prunus Armeniaca L. Ekstraktından Gümüş Nanopartiküllerin Sentezi ve Yapısının Aydınlatılması

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)
Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 2 SESSION: 1	MODERATOR: DR. GAMZE ALP
ÖĞR. GÖR. DR. BARIŞ DEMİREL	Çocuk Koruma Politikaları Üzerine Bir Değerlendirme: "Çöp Evde Bulunan Çocuk Koruma Altına Alındı"
NESLİHAN CEYLAN	Çalışan Kadınlar Ve Yaşam Kalitesi Arasındaki İlişkiyi Ortaya Koyan Araştırmaların İçerik Analizi
ARŞ. GÖR. HAVVA NUR ATALAY PROF. DR. RECEP YÜCEL	Paternalistic Leadership In Healthcare Management
PROF. DR. RECEP YÜCEL ARŞ. GÖR. HAVVA NUR ATALAY	Workplace Incivility In Healthcare Management: Content Analysis
RESS ASST. HÜLYA YILDIZ	Sürdürülebilir Kalkınma Kapsamında Kadının Güçlendirilmesinde Eğitimin Rolü
ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ DR. GAMZE ALP	JCI Belgeli Sağlık Tesislerinin Web Sitelerinin İncelenmesi
NURSİMA ŞAHKULUBEY BAYKAL	Kurumsal İtibarın Kurumsal Kimlik Üzerine Etkisinde Etik İklimin Aracılık Rolü

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 3 SESSION: 1	MODERATOR: DOÇ.DR., ZUHAL AKMEŞE DEMİR
DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYLİN GÜNGÖR	Gerçek Ötesi Bir Yaklaşımla Viral Reklamlar: Simpsons Örneği
DR. ÖĞR. ÜYESİ, AYLİN GÜNGÖR	Bir Mecra Olarak Tasarımcının Sanal Portfolyosu: Instagram
DR. ÖĞR. ÜYESİ DİLAVER BAYINDIR PROF. DR. MEHMET IŞIK	Göç Belgeseli Çekmek: Otoetnografik Bir Bakış
DR. ÖĞR. ÜYESİ DİLAVER BAYINDIR PROF. DR. MEHMET IŞIK	Türk Sinemasının İlk Salgın Hastalık Konulu Filmi Salgın (1954) Üzerine Tespitler
YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ, AHMET ENES BUDAK	20. Yüzyılda Ontoloji Akımları ve Sanat Akımları İlişkisi
DOÇ. DR. MEHMET FATİH KALIN	Aydınlanma Dönemi Sonrasında Değişen "Kutsal" Düşüncesinin Sanat Anlayışına Etkisi
DOÇ.DR. PINAR TOKTAŞ ARŞ. GÖR.ASLI SEDA AKBAŞ	Ankara Milli Kütüphane Ve Harvard Üniversitesi Kütüphanesi Açık Erişimde Yer Alan İki Mushaf-I Şerif'in Serlevha Bezemelerinin İncelenmesi
DOÇ. DR. ÖZCAN DEMİR	Klasik Anlatı Sinemasında Süper Kahraman Stereotiplerini Dönüşümü
M. FURKAN CAN HALİTOĞLU DOÇ. DR. ÖZCN DEMİR	Klasik Anlatı Unsurlarından Katharsis Ve Özdeşleşme Kavramlarının İnteraktif Sinema Filmlerinde Kullanımı: Black Mirror Bandersnatch Filmi Örneği
DOÇ.DR., ZUHAL AKMEŞE DEMİR	Covid-19 Pandemisinin Sinema Alanına Etkileri Üzrine Bir Değerlendirme
DOÇ.DR., ZUHAL AKMEŞE DEMİR	Edebiyattan Sinemaya Uyarlanan Filmler: Mutluluk İlmi Üzerine Bir Değerlendirme
ÖĞR. GÖR. OLGUN KÜÇÜK DR. ÖĞR. ÜYESİ MEVLÜT CAN KOÇAK	Yeni Medyadaki Komedi Programlarında Suçun Mizahi Sunumu

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 4 SESSION: 1 MODERATOR: ARŞ. GÖR. ECEM KARA

JERICHO N. MOLOBOCO GRACIELA MAE D.P. BREQUILLO EMMANUEL JOHN B. SOLIVA ESTEFANIE R. CORTEZ	The Urban Expansion Vs. The Sustainability Of Agri-Fishery In The Philippines: A Case Study Of "Tahong" Industry In The Municipality Of Jiabong, Samar
RAMCES M. DILI GLENZY KIN A. GINEZ PATRICIA M. ROMAN	Towards The Economic Development Of The Philippines: Achieving Sustainable Development And Food Security Through Urban Agriculture
DOÇ. DR. VALEH K. ŞUKUROV ÖĞRETİM GÖREVLİSİ. MEDİNE H.ABIŞOVA	Hacikent Ormanlarında Antropojenik Değişimler Ve Restorasyon Sorunları
TOLGAHAN AHMET COSKUN SUMER HORUZ	Phosphite Treatments to Control Tomato Bacterial Canker and Wilt
SERKAN YENER DOÇ. DR. MEHMET SAĞIROĞLU	Oflak Dağı (Kaynarca) Ve Çevresinin Florasına Katkılar
ARŞ. GÖR. ECEM KARA DR. ÖĞR. ÜYESİ GÖKHAN BAKTEMUR	Determining The Effects Of Some Heavy Metal Applications On White Cabbage (Brassica Oleracea Var. Capitata F. Alba) In In Vitro Conditions

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 5 SESSION: 1 MODERATOR: ASSIST. PROF. MERİH ANGIN

GÖKHAN ÇAKMAK	Sayıştayın Denetim Ve Yargı Alanı
ASST. PROF. DR. DENİZ DİNÇ	Nationalist and Populist Ideologies of the Three Rival Political Actors in Tatarstan during the Collapse of the Soviet Union
BATTAL ŞENER	FIDIC Sözleşmeleri Kapsamında Uluslararası Tahkim
ARŞ. GÖR. DR. AZER EBRU MUTLU	The Evaluation Of The Principle Of Continuity And Change, From The Public Service Measurement Principles, In Terms Of The Library Services Offered By The Administration
DR. ÖĞR. ÜYESİ, EMRAH UTKU GÖKÇE	Uluslararası İlişkiler Çalışmalarında Karma Yöntem Yaklaşımının Kullanılması
YL. ÖĞRENCİSİ, GİZEM AYDIN	Turkey's Attitude Towards The International Criminal Court
ASSİST. PROF. MERİH ANGIN	An NLP Approach For Identifying Relevance To Sustainable Development Goals
HÜSNE TEMUR DOÇ. DR., SEÇİL GÜL MEYDAN YILDIZ	Türkiye'de Konut Politikaları Gelişiminin Kalkınma Planları Persfektifinde Değerlendirilmesi
HÜSNE TEMUR DOÇ. DR., SEÇİL GÜL MEYDAN YILDIZ	Ulusal Kalkınma Planlarında (1963-2023) Afet Yönetimi
Fidan Bahruz qızı Allahyarova	Legal issues regarding regulation of mediation payment

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 1 SESSION: 1 MODERATOR: **CHUKIAT CHAIBOONSRI**

SANDHYA RIJAL SAROJ ADHIKARI RAMESH R. PANT	Non-Timber Forest Products and Livelihood Linkages: A Case of Lamabagar, Nepal
ERIC HAWKINSON EDGARAS ARTEMCIUKAS	Simplified Mobile AR Platform Design for Augmented Tourism
NGONO MINDZENG TERENCIA	Community Based Tourism and Development in Third World Countries: The Case of the Bamileke Region of Cameroon
ELDAH EPHRAIM BUBA	An Evaluation of Tourism Education in Nigeria's Higher Institutions
BITA MASHAYEKHI MOHAMMAD ARA	Activity-Based Costing in the Hospitality Industry: A Case Study in a Hotel
CHUKIAT CHAIBOONSRI SATAWAT WANNAPAN	Asymmetrical Informative Estimation for Macroeconomic Model: Special Case in the Tourism Sector of Thailand
MAJA MARTINOVIC VALENTINA ZARKOVIC HRVOJE MALJAK	Potential of Croatia as an Attractive Tourist Destination for the Russian Market
CHUTIMA KLAYSUNG	Behaviors and Factors Affecting the Selection of Spa Services among Consumers in Amphawa, Samut Songkhram, Thailand
RADWA MABROOK	Collaborative and Experimental Cultures in Virtual Reality Journalism: From the Perspective of Content Creators
SADHANA GHNAYEM	The Impact of Socio-Economic and Type of Religion on the Behavior of Obedience among Arab-Israeli Teenagers

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 2 SESSION: 1 MODERATOR: **LASZLO VARI**

LASZLO VARI	Freedom with Limitations: The Nature of Free Expression in the European Case-Law
EREZ COHEN	The Impact of Globalization on the Development of Israel Advanced Changes
GERGELY HORVÁTH	The Two Layers of Food Safety and GMOs in the Hungarian Agricultural Law Authors: Gergely Horváth
MARÍA JOSÉ BENÍTEZ JIMÉNEZ	Jurisprudencial Analysis of Torture in Spain and in the European Human Rights System
MOHSEN DAVARZANI EHSAN LAME MOHAMMAD TAGHI HASSAN ZADEH	Reviewing the Relation of Language and Minorities' Rights
ADA YURMAN	The Social Reaction to the Wadi Salib Riots (1959) as Reflected in Contemporary Israeli Press
DIYA SARKAR PRAFULLA C. MISHRA	An Analytical Study on the Politics of Defection in India
ISAIAS TEKLIA BERHE	The Ethio-Eritrea Claims Commission on Use of Force: Issue of Self-Defense or Violation of Sovereignty
MARISA CATARINA DA CONCEIÇÃO DINIS	Directors' Duties, Civil Liability, and the Business Judgment Rule under the Portuguese Legal Framework
JÚLİA SZŐKE	Negotiating Across Cultures: The Case of Hungarian Negotiators

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 3 SESSION: 1 MODERATOR: **BADR M. ALSHAMMARI**

MAHA BENHAMAD ALI SNOUSSI AMMAR BEN BRAHIM	A Simulation Model and Parametric Study of Triple-Effect Desalination Plant
NUR SARMA PAUL M. TUOHY SINIŠA DJUROVIĆ	Investigation of Grid Supply Harmonic Effects in Wound Rotor Induction Machines
JOSE D. HERRERA MARIO A. RIOS	A Multiobjective Damping Function for Coordinated Control of Power System Stabilizer and Power Oscillation Damping
IDRIS A. ELFEITURI	Exergy Based Performance Analysis of a Gas Turbine Unit at Various Ambient Conditions
AHMAD K. JASSIM RAHEEM KH. AL-SUBAR	Studying the Possibility to Weld AA1100 Aluminum Alloy by Friction Stir Spot Welding
EKOW A. KWOFIE EMMANUEL K. ANTO GODFRED MENSAH	Determination of the Optimal DG PV Interconnection Location Using Losses and Voltage Regulation as Assessment Indicators Case Study: ECG 33 kV Sub-Transmission Network
H. SHAYEGHI, A. SAFARI H. A. SHAYANFAR	Multimachine Power System Stabilizers Design Using PSO Algorithm
M. EMAMI R. TARIGHI R. GOODARZI	Simulation of Reflection Loss for Carbon and Nickel-Carbon Thin Films
MOSES C. SIAME KAZUTOSHI HAGA ATSUSHI SHIBAYAMA	Treatment of Low-Grade Iron Ore Using Two Stage Wet High-Intensity Magnetic Separation Technique
MOHAMED YOUSEF MAGDY SAMUEL MAHA EL-MELIGY TAHER EL-BITAR	Hot Deformability of Si-Steel Strips Containing Al

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 4 SESSION: 1 MODERATOR: **AHMAD H. ABDELGWAD**

R. SEKULA	Material Concepts and Processing Methods for Electrical Insulation
ALLURU GOPALA KRİSHNA THELLA BABU RAO	Performance Assessment of Carbon Nano Tube Based Cutting Fluid in Machining Process
AYHAN AYDOĞDU ERCAN CEYHAN ALİ KAHRAMAN NURSEL ÇÖL	Effects of Plant Densities on Seed Yield and Some Agricultural Characteristics of Jofs Pea Variety
AYMEN LAADHARİ	An Implicit Methodology for the Numerical Modeling of Locally Inextensible Membranes
AHMAD H. ABDELGWAD	Microstrip Patch Antenna Enhancement Techniques
LOCHAN BASYAL	Email Based Global Automation with Raspberry Pi and Control Circuit Module: Development of Smart Home Application
SHAIBU BAANNI AZUMAH WILLIAM ADZAWLA	Effect of Urea Deep Placement Technology Adoption on the Production Frontier: Evidence from Irrigation Rice Farmers in the Northern Region of Ghana
NURLIANI, IDA ROSADA	Strategy in Controlling Rice-Field Conversion in Pangkep Regency, South Sulawesi, Indonesia
AYUKO ITSUKI SACHIYO ABURATANI	Comparative Analysis of Soil Enzyme Activities between Laurel-Leaved and Cryptomeria japonica Forests

11. 09. 2022 10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 5 SESSION: 1 MODERATOR: **MOHAMED H. GABR**

A. K. SINGH, CHHOTU RAM	Electrochemical Corrosion of Steels in Distillery Effluent
MOHD SHAHNEEL SAHARUDIN JIACHENG WEI ISLAM SHYHA FAWAD INAM	Flexural Properties of Halloysite Nanotubes-Polyester Nanocomposites Exposed to Aggressive Environment
SHAHRAZED MEDEGHRI SAAD HAMZAOUI, MOKHTAR ZERDALI	The Manufacturing of Metallurgical Grade Silicon from Diatomaceous Silica by an Induction Furnace
ROMAN KNIZEK DENISA KARHANKOVA LUDMILA FRIDRICHOVA	Two and Three Layer Lamination of Nanofiber
MOHAMED H. GABR KIYOSHI UZAWA	Effect of Different Types of Nano/Micro Fillers on the Interfacial Shear Properties of Polyamide 6 with De-Sized Carbon Fiber
SUTAR RANI ANANDA M. V. MURUGENDRAPPA	Structural and Electrical Characterization of Polypyrrole and Cobalt Aluminum Oxide Nanocomposites
ALI RABIEE HESSAM GHASEMNEJAD	Effect of Stitching Pattern on Composite Tubular Structures Subjected to Quasi-Static Crushing
R. SEKULA	Material Concepts and Processing Methods for Electrical Insulation
SUPRIYA GUPTA PARESH CHOKSHI	Polymer Mediated Interaction between Grafted Nanosheets

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 1 SESSION: 2 MODERATOR: DOÇ. DR. SABRİ ARICI

ENVER EMRE ÖCAL	Tam Bağımsızlık Ekseninde Erken Cumhuriyet Dönemi Eğitim Politikları
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ, HÜSEYİN AYDOĞAN	Plotinos'un Göksel Cisimlerin Yapısına Dair Görüşleri
UBEYDULLAH SAKİN	Local Governments In Turkey Within The Framework Of Miller's Living Systems Theory: Gaziantep Metropolitan Municipality System
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ HACI ÇİÇEK	An Evaluation On The News That "God Will Be Supported For Her Servants" In The Context Of Verse 137 Of Sûrat Al-Baqara
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ HACI ÇİÇEK	An Evaluation Of The Attribution Of "Idiot" Among The Slanders Thrown At The Prophets During The Invitation Process
MIHDAT AKTULGA	Zerdüştilikte Kötülük Problemi Ve İnsanın Rolü
DOÇ. DR. SABRİ ARICI	Phokaıa'nın Roma Dönemi'ndeki Durumu
DOÇ. DR. SABRİ ARICI	Phokaıa - Pers İlişkileri Üzerine Tespitler
UZM.ÖĞRT. AYHAN NİŞANCI PROF.DR.MUSA BİLGİZ	Kur'an'da Rahmet Ve Merhamet Üzerine Kavramsal Bir Analiz
UZM.ÖĞRT. AYHAN NİŞANCI	Kur'an'da Fıtrat Ve Fıtratullah'ın Kavramsal Analizi

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: DOÇ.DR. ZEHRA NURAY NİŞANCI

RES. ASST. İLKNUR KÜLEKÇİ	The Relationship Of Insurance Premium Production With Money Supply And Inflation In Turkey
YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ ARİF ÇETİN	Samsun'un Sağlık Turizmi Potansiyeli Üzerine Bir İnceleme
DOÇ. DR. ULUÇ ÇAĞATAY PROF. DR. AHMET UÇAR	Akıllı Kent Kavramı Ve Uygulamalarının Üniversite Öğrencileri Arasında Nasıl Algılandığını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma
DOÇ. DR. ULUÇ ÇAĞATAY PROF. DR. AHMET UÇAR	Assessment Of The Tourism Goals Included In The Regional Plans
RES. ASSİST. DR. HAKAN ÖNDES	Analysis Of Nonlinear Relationship Between Inflation And Unemployment Rate: The Case Of Turkey
DOÇ.DR. ZEHRA NURAY NİŞANCI	İslami Girişimcilik Ve Müslüman Girişimciler Üzerine Bir Değerlendirme
DOÇ.DR. ZEHRA NURAY NİŞANCI	Din Girişimcilik İlişkisinde İslam'ın Girişimciliğe Bakışı Üzerine Bir Değerlendirme
FATİH SONMEZ	Examining The Effects Of Covid-19-Induced Mortality Threat On Subjective Wellbeing, Risk Aversion, And Environmental Concern

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 3 SESSION: 2 MODERATOR: DOÇ. DR. GÜLLÜ KIRAT

PROF. DR. SENAR AYDIN MİHRİBAN YÜKSEL PROF. DR. MEHMET EMİN AYDIN	Kentsel Atıksudaki Nikel Ve Çinkonun Ceratophllyum Demersium L. İle Giderimi
PROF. DR. SENAR AYDIN ZEKİYE İNCİ CAN DR. ÖĞR. ÜYESİ ARZU ULVİ PROF. DR. MEHMET EMİN AYDIN	Yerüstü Sularında Mikroplastikler Ve Mikroplastiklere İlintili Klorlu Ve Fosforlu Pestisitler
DOÇ. DR. SERPİL SAVCI DOÇ. DR. GÜLLÜ KIRAT	Toprakta Nadir Toprak Elementleri (NTE) Ve Kimyasal Davranışları
DOÇ. DR. GÜLLÜ KIRAT DOÇ. DR. SERPİL SAVCI	Nadir Toprak Elementlerinin (NTE) İnsanlar Üzerindeki Etkisi
ASST. PROF. DR. ESMA NUR GEÇER	Cytotoxic Effect Of Origanum Syriacum Methanol Extract On Various Cell Lines
YÜKSEK KİMYA MÜHENDİSİ, ZEYNEP ECE GÜDEN PROF. DR., DUYGU KAVAK	El Dezenfektanı Endüstrisi Atık Suyunun Nanofiltrasyon Yöntemi İle Koi Giderim Veriminin İncelenmesi
YÜKSEK KİMYA MÜHENDİSİ, ZEYNEP ECE GÜDEN PROF. DR., DUYGU KAVAK	Tıbbi Maske Endüstrisi Atık Suyunun Nanofiltrasyon Yöntemi İle Renk Giderim Veriminin İncelenmesi

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 4 SESSION: 2 MODERATOR: **PROF. DR. M. KAYHAN KURTULDU**

ÜMİT ÖZKANLI	Boston Güzel Sanatlar Müzesine Dair Bir İnceleme
ÜMİT ÖZKANLI	Sanatın Konservasyonu Olarak Tate Müzeleri
ANIL ALTINDAŞ PROF. DR. SELDA MANT MENAY	Dynamism And Aesthetics Of Speed In Futurism
ÖZGE BODUR PROF. DR. SELDA MANT MENAY	Body And Marina Abramovic Example In Performance Art
SEHERGÜL KAYNAK PROF. DR. M. KAYHAN KURTULDU	Piyano Eğitiminde Bona Ve Solfej Çalışmasının Esere Adaptasyon Sürecine Etkisi
PROF. DR. M. KAYHAN KURTULDU SEHERGÜL KAYNAK	Piyano Eğitiminde Forte Ve Piyano Terimlerinin Öğretilmesinde Anlamlandırma Stratejisinin Etkisi göndereecek
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞERİFE GÜVENÇOĞLU	Açık Ders/Open Course Sistemi İçin Model Önerisi
DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞERİFE GÜVENÇOĞLU ARAŞ. GÖR. ORKUN ZAFER ÖZGELEN	Türk Makam Müziği'nde Makam Ve Seyir Kompozisyonu

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Istanbul (GMT+3)

Meeting ID: 875 0688 8156 Passcode: 11120922

HALL: 5 SESSION: 2 MODERATOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ EBRU KANYILMAZ POLAT

DR .SUMANTA BHATTACHARYA	Integrating Science, Technology, And Natural Approaches To Ensure Global Food Security And Achieve Sustainability
ARZU TAY BAYRAMOĞLU ESRA AKPOLAT	The Role Of Women In Economic Development: A Regional Level For The Turkish Economy
DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA ORHAN ÖZER	Ekonomik Özgürlük Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: MINT Ülkelerinden Kanıtlar
DR. ÖĞR. ÜYESİ ZEYNEP DEMİRCİ ÇAKIROĞLU	Bibliometric Analysis Based On Web Of Science (Wos) Database: Published Articles In Public Finance
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ SERKAN IŞIK	Türkiye'de Kamu Sağlık Harcamaları İle Sağlık Hizmetlerinden Memnuniyet Düzeyi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi
DR. ÖĞR. ÜYESİ EBRU KANYILMAZ POLAT	Türkiye'de Sendikal Tutum Ve Algı Konusunda Yazılmış Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi
ALİ OSMAN ÖZEKİNCİ	Türkiye'de Lojistik Sektörü Ve Lojistik Köyler
ARŞ. GÖR. DR. DİLEK ALMA SAVAŞ YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ MELEK NUR ALMA	Vergi Uyumu Çalışmalarının Bibliyometrik Analizi
DR. ÖĞR. ÜYESİ, NİHAN BİRİNCİOĞLU	İş Yaşamında Gelecek Zaman Algısı Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışmalarının Yapılması

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 1 SESSION: 2 MODERATOR: **K. BUSKO**

MOHD FARIDZ AHMAD AMIRUL HAKIM HASBULLAH	The Effects of Electrical Muscle Stimulation (EMS) towards Male Skeletal Muscle Mass
MAYOWA ADEYEYE	Psychological Variables of Sport Participation and Involvement among Student-Athletes of Tertiary Institutions in South-West, Nigeria
KEYVAN MOLANOROUZI SELINA KHOO TONY MORRIS	The Relationship between Motivation for Physical Activity and Level of Physical Activity over Time
ELLIE ABDI SUSANA JUNIU	Interdisciplinary Integrated Physical Education Program Using a Philosophical Approach
ABDUL RAHIMAN KANNAM KULAM	Repercussions of Ritual Dances to Personal Adjustment - A Perspicacious Study among School Children
K. BUSKO	Changes of Power-Velocity Relationship in Female Volleyball Players during an Annual Training Cycle
AHMAD HASHIM MOHD SANI MADON	Objectivity, Reliability and Validity of the 90º Push-Ups Test Protocol Among Male and Female Students of Sports Science Program
HARRI JALONEN	Social Media as a 'Service' for Value Co-Creation by Integrating Sponsoring Companies, Sports Entities and Fans

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 2 SESSION: 2 MODERATOR: **Ashkan Mirzay Fashami**

ABDELGHANI BOUDIAF	Implementation of the Quality Management System and Development of Organizational Learning: Case of Three Small and Medium-Sized Enterprises in Morocco
R. KENOVA K. ANGUELOV R. NİKOLOVA	Research of the Factors Affecting the Administrative Capacity of Enterprises in the Logistic Sector of Bulgaria
HAYTHAM YASSINE	Understanding How Money Laundering and Financing of Terrorism Are Conducted through the Real Estate Sector in the Middle East and North Africa Region
ASHKAN MIRZAY FASHAMI	1865 An Exploratory Study Regarding the Effects of Auditor Switch, Auditee's Industry, and Auditee's Location on Audit Fees in Australia
AZAZ ZAMAN MIRAZUR RAHMAN	Investment Trend Analysis of Dhaka Stock Exchange: A Comparative Study
AZAZ ZAMAN IMTIAZ UDDIN CHOWDHURY MOHAMMAD SHARIFUL ISLAM	Branding Good Corporate Governance: A Pathway to Strengthen Investors' Perception and Brand Equity
MARIAM VARDIASHVILI	Some Issues of Measurement of Impairment of Non-Financial Assets in the Public Sector
NAZİRA KAKULİA TSOTNE ZHGHENTİ	Institutional Determinants of Economic Growth in Georgia and in Other Post-Communist Economies
RAZAN SALEM	Gender Differences in Risk Aversion Behavior: Case Study of Saudi Arabia and Jordan
SAIF UL HAQ	Impact of Safety and Quality Considerations of Housing Clients on the Construction Firms' Intention to Adopt Quality Function Deployment: A Case of Construction Sector

11. 09. 2022 14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 816 5724 8099 Passcode: 10110922

HALL: 3 SESSION: 2 MODERATOR: **Elham Shirvani-Ghadikolaei**

ETIM VICTORIA ENEFIO DADA OLUSEYI AKINTUNDE BASSEY OKON	A Prevalence of Phonological Disorder in Children with Specific Language Impairment
SHEENA CHRISTABEL PRAVIN M. PALANIVELAN	Analysis of Linguistic Disfluencies in Bilingual Children's Discourse
ELHAM SHIRVANI-GHADIKOLAEI	Embodied Cognition as a Concept of Educational Neuroscience and Phenomenology
AAIDHA HAMMAD	Code-Switching in Facebook Chatting Among Maldivian Teenagers
SALEEM ABU JABER KHALED IGBARIA	Spacial Poetic Text throughout Samih al-Qasim's Poetry
AFIA SHAHID	Towards a Deconstructive Text: Beyond Language and the Politics of Absences in Samuel Beckett's Waiting for Godot
ISMAIL BANIADAM, NAFISA TADAYYON, JAVID FEREIDONI	Investigating Medical Students' Perspectives toward University Teachers' Talking Features in an English as a Foreign Language Context in Urmia, Iran
MAASSOUMEH BEMANI NAEINI	Morphological Analysis of English L1-Persian L2 Adult Learners' Interlanguage: From the Perspective of SLA Variation
YUKIKO SASAKI ALAM SHAHID ALAM	tudy of Syntactic Errors for Deep Parsing at Machine Translation
SAHAR KHEDR DINA SAYED AYMAN HANAFY	Arabic Light Stemmer for Better Search Accuracy

11. 09. 2022	14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)
Meeting ID: 816 5724 8099	Passcode: 10110922
HALL: 4 SESSION: 2	MODERATOR: **KEVIN MOUSTAPHA**
HARUO OKABAYASHI	The Formation of Mutual Understanding in Conversation: An Embodied Approach
ARMAGHAN ESLAMI NASRIN ARSHADI	Effect of Organizational Competitive Climate on Organizational Prosocial Behavior: Workplace Envy as a Mediator
NOOR ATTAR	Facilitating Familial Support of Saudi Arabians Living with HIV/AIDS
FARIDE PEÑA TERESITA CASTILLO CONCEPCIÓN CAMPO	Child Sexual Abuse Prevention: Evaluation of the Program "Sharing Mouth to Mouth: My Body, Nobody Can Touch It"
ABDULKAREEM HUSSEIN BIBIRE	Job Satisfaction and Motivation as Predictors of Lecturers' Effectiveness in Nigeria Police Academy
ASIF ALI DAUD SALIM FARUQUIE	A Quasi-Systematic Review on Effectiveness of Social and Cultural Sustainability Practices in Built Environment
MOHAMED M. ELSHERBINY	The Effectiveness of Cognitive Behavioural Intervention in Alleviating Social Avoidance for Blind Students
MARZIEH TALEBZADEH SHOUSHTARI	The Effectiveness of Metaphor Therapy on Depression among Female Students
KEVIN MOUSTAPHA	Psychopathic Disorders and Judges Sentencing: Can Neurosciences Change This Aggravating Factor in a Mitigating Factor?
ZUZANA KOMRSKOVÁ	The Use of Emoticons in Polite Phrases of Greetings and Thanks

INTERNATIONAL SCIENCES ACADEMY
UBAK

CONTENT

CONGRESS ID	
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	
PROGRAM	
CONTENT	
FULL TEXTS OF PRESENTED PAPERS IN THE CONGRESS	
Gülşah Barği &Niran Çakir & Rojda Kaymaz & İlayda Kayapinar	1
COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE EKRAN KARŞISINDA ÇALIŞAN BİREYLERDE GÖZ YORGUNLUĞU, BAŞ AĞRISI, FİZİKSEL VE MENTAL YORGUNLUK	
Esra KARABULUT	10
AĞLAYAN HASTA İLE ETKİLİ İLETİŞİM	
Esra KARABULUT	15
TERAPÖTİK İLETİŞİMİN, ÖLÜMÜ YAKLAŞAN BİREY İLE ETKİLEŞİMDEKİ ÖNEMİ VE YERİ	
Cevriye ÜNAL & Yaşar TATAR & Kadriye AĞAN- YILDIRIM & Cengiz KARAGÖZOĞLU & Adil Deniz DURU	20
HAVALI TABANCA ATICILARINDA ATIŞ PERFORMANSINA GÖRE TETİK DÜŞME ÖNCESİ VE TETİK DÜŞME SONRASINDA EEG ALFA GÜCÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI	
Havva Nur ATALAY 6 Recep YÜCEL	31
SAĞLIK KURUMLARINDA RİSK FAKTÖRLERİ	
RECEP YÜCEL & HAVVA NUR ATALAY	40
SAĞLIK KURUMLARINDA HASTA GÜVENLİĞİ VE LİDERLİK: İÇERİK ANALİZİ	
Fatih KAR	50
AKUT BÖBREK HASARINDA YENİ BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER	
Aydın SEVER & Gözde ARKALI & Edanur GÜLER & Mehmet ÇAY	56
TÜKENİNCEYE KADAR EGZERSİZ YAPTIRILAN RATLARDA, SELENYUM UYGULAMASININ OKSİDATİF DEĞERLER ÜZERİNE ETKİSİ	
Semra Kaya & Gökhan Koçak	65
ÜREME MEVSIMINDEKI ROMANOV KOYUNLARINDA SENKRONIZASYON PROTOKOLLERIYLE BIRLIKTE DVITAMINI ENJEKSIYONUNUN BAZI ÜREME PARAMETRELERI ÜZERINE ETKISI	
Gökhan Koçak	73
KOYUNLARDA SEKSÜEL SENKRONİZASYON VE ÖSTRUSUN UYARILMASI	
Senar AYDIN & Mihriban YÜKSEL & Mehmet Emin AYDIN	92
KENTSEL ATIKSUDAKİ NİKEL VE ÇİNKONUN CERATOPHLLYUM DEMERSİUM L. İLE GİDERİMİ	

Senar AYDIN & Zekiye İnci CAN & Arzu ULVİ & Mehmet Emin AYDIN	103
YERÜSTÜ SULARINDA MİKROPLASTİKLER VE MİKROPLASTİKLERE İLİNTİLİ KLORLU VE FOSFORLU PESTİSİTLER	
Ayodeji Oluwatobi OJETUNDE	114
GHRELIN AS A POTENTIAL THERAPEUTIC AGENT FOR AGING-RELATED SARCOPENIA	
Omar Sagban Al-butti & Mustafa Burunkaya	120
COMPARISON BETWEEN USING GENETIC ALGORITHM AND FMINCON METHODS FOR SOLVING THE OPTIMAL POWER FLOW OF IEEE-30 BUS STANDARD SYSTEM	
CEMAL KÖR & MUSTAFA BURUNKAYA	129
IOT TABANLI, MOBİL CİHAZLAR İLE İZLENEBİLEN VE KONTROL EDİLEBİLEN YENİ VE MODERN BİR HASSAS MANTAR TARIM SİSTEMİ	
Sezgin CEYLAN & Mustafa BURUNKAYA	144
UÇUŞ SİMÜLATÖRÜ HAREKET SİSTEMLERİ İÇİN FPGA TABANLI DÜŞÜK GÜRÜLTÜLÜ GERÇEK ZAMANLI VERİ TOPLAMA SİSTEMİ	
EKİN BERFİN BIYIK & CÜNEYT TEKİN & TÜLAY KORKUSUZ POLAT	156
BİR MAKİNE İŞLETMESİNDE ERGONOMİK RİSK ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK PROSES İYİLEŞTİRME	
ELİF ALADAĞ & TÜLAY KORKUSUZ POLAT	164
BİR TREYLER FİRMASI İÇİN ÜRETİM SÜRECİNİN ANALİZİ	
Adem YOLCU & Taha Yasin ÖZTÜRK	172
SOME NEW RESULTS ON PYTHAGOREAN NEUTROSOPHIC SOFT TOPOLOGICAL SPACES	
Adem YOLCU & Taha Yasin ÖZTÜRK	181
SOME OPERATIONS ON PYTHAGOREAN NEUTROSOPHİC SOFT TOPOLOGICAL SPACES	
Ömür DEVECİ & Özgür ERDAĞ	191
THE NARAYANA-PADOVAN SEQUENCE MODULO ***m***	
Özgür ERDAĞ & Ömür DEVECİ	196
THE REPRESENTATIONS AND FINITE SUMS OF THE NARAYANA-PADOVAN NUMBERS	
Yeşim Aküzüm	204
THE NARAYANA-JACOBSTHAL SEQUENCE MODULO m	
Yeşim Aküzüm	209
THE REPRESENTATIONS AND FINITE SUMS OF THE NARAYANA-JACOBSTHAL NUMBERS	
Çiğdem CENGİZ & Mehmet Sait CENGİZ	218
VOLUMETRIC LIGHTING IN ARCHITECTURAL DESIGN	
Çiğdem CENGİZ & Mehmet Sait CENGİZ	228
USE OF WHITE LIGHT IN LIVING SPACES	

SERKAN YENER & MEHMET SAĞIROĞLU	236
OFLAK DAĞI (KAYNARCA) VE ÇEVRESİNİN FLORASINA KATKILAR	
Ecem KARA & Gökhan BAKTEMUR	247
IN VITRO KOŞULLARDA BAZI AĞIR METAL UYGULAMALARININ BEYAZ BAŞ LAHANA (Brassica oleracea var. capitata f. alba) ÜZERİNE ETKİLERİNİN SAPTANMASI	
Serpil SAVCI & Güllü KIRAT	256
TOPRAKTA NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ (NTE) ve KİMYASAL DAVRANIŞLARI	
Güllü KIRAT & Serpil SAVCI	262
NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ THE EFFECT OF RARE EARTH ELEMENTS (REE) ON PEOPLE	
ESMA NUR GEÇER	271
CYTOTOXIC EFFECT OF ORIGANUM SYRIACUM METHANOL EXTRACT ON VARIOUS CELL LINES	
Zeynep Ece Güden &Duygu Kavak	275
EL DEZENFEKTANI ENDÜSTRİSİ ATIK SUYUNUN NANOFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE KOİ GİDERİM VERİMİNİN İNCELENMESİ	
Zeynep Ece Güden & Duygu Kavak	290
TIBBi MASKE ENDÜSTRİSİ ATIK SUYUNUN NANOFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE RENK GİDERİM VERİMİNİN İNCELENMESİ	
Ayhan Erdemir	304
SAFRA KESESİNDE HETEROTOPİK PANKREAS DOKUSU	
AHMET KIZMAZ	308
AKILLI ŞEBEKELERE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ENTEGRASYONUNUN ÇEVRE AÇISINDAN İNCELENMESİ	
FATMA ÇAVUŞ YONAR & BERİL ANILANMERT	322
FENTANYL FROM FORENSIC TOXICOLOGY PERSPECTIVE	
BERİL ANILANMERT & FATMA ÇAVUŞ YONAR	333
CURE OR POISON?	

IZMIR
10 - 11 EYLÜL 2022

COVID-19 PANDEMİ SÜRECİNDE EKRAN KARŞISINDA ÇALIŞAN BİREYLERDE GÖZ YORGUNLUĞU, BAŞ AĞRISI, FİZİKSEL VE MENTAL YORGUNLUK

Dr. Öğr. Üyesi, GÜLŞAH BARĞI [1], Fzt, NİRAN ÇAKIR [2], Fzt, ROJDA KAYMAZ [3], Fzt, İLAYDA KAYAPINAR [4]

[1]İzmir Demokrasi Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-5243-3997
[2]İzmir Demokrasi Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-8913-7841
[3]İzmir Demokrasi Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-5511-2726
[4]İzmir Demokrasi Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0003-1589-3406

ÖZET

Uzamış COVID-19 pandemi sürecinde karantina ve kısıtlama koşullarına bağlı olarak birçok iş yeri uzaktan çalışma sistemine geçiş yaptı ve ekran karşısında geçirilen süre arttı. Ancak bu süreçte ekran karşısında çalışan bireylerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluğun ne düzeyde etkilendiği halen bilinmemektedir. Bu sebeple COVID-19 pandemi sürecinde ekran karşısında çalışan bireylerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluğu araştırmayı amaçladık. Günde en az 4 saat ekran karşısında aktif olarak çalışan yetişkin bireyler (n=75, 28,61±6,60 yıl) çalışmaya dahil edildi. Çevrimiçi bir formla bireylerin göz yorgunluğu ve baş ağrısı (Sayısal Derecelendirme Skalası), baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi (Baş Ağrısı Etki Testi (BAET)) ile fiziksel ve mental yorgunluk durumları (Chalder Yorgunluk Ölçeği (CYÖ)) değerlendirildi. Bireylerin %56'sı ekran karşısında baş ağrısı yaşıyordu, %90,7'si ekran karşısında göz yorgunluğu bildirdi. Bireylerin göz yorgunluğu puanı dinlenmede 3,20±2,69, aktiviteler yaparken 3,65±2,61'di. Bireylerin baş ağrısı puanı dinlenmede 2,17±2,33, aktiviteler yaparken 2,75±2,42'ydi. Bireylerin BAET ortalaması 55,27±7,48, CYÖ ortalaması 4,33±2,87, fiziksel yorgunluk alt ölçek ortalaması 2,99±2,15 ve mental yorgunluk alt ölçek puanı ortalaması 1,35±1,24 puandı. Baş ağrısının günlük yaşama etkisi 16 (%21,3) bireyde yok veya çok azdı, 23 (%30,7) bireyde biraz vardı, 13 (%17,3) bireyde kayda değerdi ve 23 (%30,7) bireyde şiddetliydi. Bireylerin CYÖ puanı ile BAET (r=0,341), dinlenmede baş ağrısı (r=0,259), aktivite yaparken baş ağrısı (r=0,282), dinlenmede göz yorgunluğu (r=0,231) ve aktivite yaparken göz yorgunluğu (r=0,276) puanları arasında anlamlı pozitif korelasyon vardı (p<0,05). Uzamış COVID-19 pandemi sürecinde ekran karşısında çalışan bireylerin büyük çoğunluğunda hafif şiddette göz yorgunluğu ve baş ağrısı bulunmaktadır. Bu bireylerin büyük çoğunluğunda baş ağrısı günlük yaşamı etkilemektedir. Fiziksel ve mental yorgunluk ise göz yorgunluğu, baş ağrısı ve baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi arttıkça artar. Bu sebeple ekran karşısında çalışan bireylere düzenli göz muayenesi, ekran düzenlemesi, ergonomik düzenleme ve postür egzersizleri önerilmelidir.

Anahtar Kelimeler: astenopi, baş ağrısı, bilgisayarlar, COVID-19, yorgunluk

1. GİRİŞ

Modern teknoloji ve sanayileşmedeki gelişmelere paralel olarak birçok insan iletişim, eğlence, iş ve diğer günlük aktiviteler dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için bilgisayarlar ve akıllı telefonlar gibi cihazları sıklıkla kullanmaktadır. COVID-19 pandemi sürecinde karantina uygulamalarının başlaması sonucunda telekomünikasyon sistemine hızlı ve yoğun bir geçiş yapılmıştır. Bu cihazlar ile uzaktan çalışma ve eğitim öğretimin evden yapılmasıyla ekran karşısında geçirilen süreler son yıllarda bir hayli artmıştır (Shariat vd., 2020). Uzaktan çalışma sisteminin COVID-19 pandemi sürecinde artmasıyla bireylerde sosyal medyaya olan ilgi, psikolojik ve sosyolojik olumsuz etkiler ve ekrana bakma süresi artmıştır (Akbaş Tuna ve Türkmendağ, 2020; Akca M, Tepe Küçükoğlu, 2020; Özdemir ve Arpacıoğlu, 2020). Özdemir ve Arpacıoğlu (2020), COVID-19 pandemi sürecinin başlarında bireylerin %45,3'ünün her zamankinden daha fazla ve %15,1'inin ise her zamankinden çok daha fazla sosyal medya kullandığını ve bu bireylerin %86,4'ünün sosyal medyada iki saatten fazla zaman geçirdiğini bildirmişlerdir.

COVID-19 pandemisi öncesinde yapılan araştırmalar ise problemli internet kullanımının mental ve fiziksel sağlıkla önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir (Kelley ve Gruber, 2013; Koca ve Berk, 2019; Alabdulkader, 2021). Bilgisayar, internet ve cep telefonu kullanımı, dijital oyun oynama ve televizyon izleme gibi bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının artmasıyla özellikle boyun, omuz ve bel bölgelerindeki kas-iskelet sistemi ağrılarının bu teknolojileri hiç kullanmayan bireylere göre görülme oranlarının arttığı bilinmektedir (Hakala vd., 2006; Yang vd., 2019). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin evde kullanımı için uygun mobilya ve ergonomik düzenlemenin olmaması sebebiyle kötü postürde uzun süre kalmak da kas-iskelet rahatsızlıklarını artırmaktadır (Jacobs ve Baker, 2002). Akıllı telefonların 2 saat ve üzerinde kullanımı göz yorgunluğu ve zorlanmasıyla ilgili çoklu oküler semptomları (bulanıklık, kızarıklık, görme bozukluğu, salgı, iltihaplanma, gözyaşı ve kuruluk) ve migren tipi baş ağrısını artırmaktadır (Kim vd., 2016; Montagni vd., 2016). Akıllı telefonlara maruz kalma süresi arttıkça göz sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir (Kim vd., 2016). Diğer yönden bireyler uygun olmayan masa ve sandalye düzenlemelerinde dizüstü veya masaüstü bilgisayarlarla ergonomik olmayan açılarda uzun süre çalıştığında yorgunluk, ağrı gibi çeşitli kas-iskelet yakınma ve şikayetleri bildirmektedir (Üçüncü ve Üçüncü, 2016). Dizüstü bilgisayar kullanımının kas-iskelet sisteminde ağrı ve yorgunluğa sebep olmasının bazı temel sebepleri vardır. Öncelikle dizüstü bilgisayarlarda ekran bireylerin göz seviyesinin altında kalmaktadır. Ekran ile klavyenin dizüstü bilgisayarlarda bütün olmasına bağlı olarak ekran göz seviyesine göre yükseltildiğinde bireyler klavyeye uzanabilmek için kollarını kaldırmak durumunda kalmaktadırlar. Ayrıca dizüstü bilgisayarlarda el bileklerini dayama bölümleri keskin ve köşeli bir şekilde tasarlandığından bir süre sonra bireylerin el bileklerini ağrıtabilmektedir. Oturma derinliği fazla olan, oturma yüksekliği uygun olmayan, bel ve sırt desteği yetersiz olan ve sabit kolçaklı sandalyelerde ve uygun yükseklik ve genişlikte olmayan masalarda ekran karşısında çalışmak kötü postürde çalışmaya neden olarak kas-iskelet problemlerini de artırmaktadır (Üçüncü ve Üçüncü, 2016).

COVID-19 pandemi sürecinde karantina koşulları ve iş yeri ile eğitim öğretim merkezlerinde uzaktan çalışmanın özümsenmesine bağlı olarak ekran karşısında geçirilen süre artarken, kötü çalışma postürü ve ergonomik olmayan çalışma ortamlarında uzun süre çalışmak zorunda

kalınmıştır. Ayrıca sosyal hayatın da kısıtlanmasıyla bireyler pandemi öncesine göre telefon, bilgisayar gibi dijital ekranların karşısında daha fazla vakit geçirmeye başlamıştır. Ancak uzamış COVID-19 pandemi sürecinde ekran karşısında çalışan bireylerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluğun ne düzeyde etkilendiği halen bilinmemektedir. Bu sebeple bu çalışmada uzamış COVID-19 pandemi sürecinde ekran karşısında çalışan bireylerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluğun araştırılması amaçlandı.

2. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma prospektif ve kesitsel bir çalışmadır. İzmir Demokrasi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 06.04.2022 tarihinde 2022/04-11 karar numarası ile çalışma onaylandıktan sonra İzmir Demokrasi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde yürütüldü. Çalışma verileri Nisan-Haziran 2022 tarih aralığında toplandı. Çalışma Helsinki Deklarasyonuna ve İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzuna uygun olarak gerçekleştirilen bu çalışmada tüm bireylerden onam alındı.
Çalışmaya günde en az 4 saat ekran karşısında çalışan, Türkçe bilen, 18 yaş ve üzeri gönüllü yetişkin bireyler dahil edildi. Diğer yönden oküler yüzeyde değişikliğe neden olabilecek diyabet ve romatoid artrit gibi sistemik hastalığı olan, akne rozasea, Stevens-Johnson sendromu gibi dermatolojik hastalığı olan, nöromusküler hastalığı olan, akut veya kronik oküler enfeksiyon veya başka bir nedenden ötürü topikal veya sistemik kortikosteroid ve antihistaminik ilaç kullanan, akut COVID-19 tanısı alan ve karantinada olan, hamile olan yetişkinler çalışmaya dahil edilmedi. Yetişkin bireylerin sosyodemografik özellikleri (yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, hamilelik durumu, COVID-19 geçirme durumu, ekran karşısında gün içerisinde geçirilen süre, ekran karşısında toplam çalışma süresi, bireyin ekrana olan uzaklığı, ekranın göz hizasında olma durumu, göz hastalığı varlığı, göz cerrahisi geçirme durumu, gözlük kullanımı, mavi ışık filtresi kullanımı), göz yorgunluğu, baş ağrısı, baş ağrısının günlük yaşama olan etkileri ile fiziksel ve mental yorgunluk değerlendirildi. Bu değerlendirmeler, e-posta veya cep telefonlarında bulunan mesajlaşma uygulamaları (SMS, WhatsApp, vb.) yoluyla Microsoft Forms üzerinden hazırlanmış olan çevrimiçi bir form gönderilerek gerçekleştirildi.

2.1. Göz Yorgunluğunun Değerlendirilmesi

Göz yorgunluğunun varlığı sorgulandı. Göz yorgunluğunun şiddetini değerlendirmek için geçerli, güvenilir ve tek maddelik ölçüm aracı olan Yorgunluk Sayısal Derecelendirme Skalası kullanıldı. Bu skalada yorgunluğun şiddeti 0'dan (enerjili/yorgunluk yok) 10'a (dayanılmaz yorgunluk) kadar puanlanmaktadır. Bu skalanın yatay ve dikey formları vardır (Gladman vd., 2020). Bu çalışmada dikey formu kullanıldı.

2.2. Baş Ağrısının Değerlendirilmesi

Baş ağrısının varlığı sorgulandı. Baş ağrısının şiddeti Sayısal Ağrı Derecelendirme Skalası ile ölçüldü. Geçerli ve güvenilir olan bu skalada ağrının şiddeti 0'dan (ağrı yok) 10'a (mümkün olan en şiddetli ağrı) kadar puanlanmaktadır (McCaffery & Beebe, 1989; Cleland vd., 2008).

2.3. Baş Ağrısının Günlük Yaşama Etkisi

Baş ağrısının bireylerin günlük yaşamlarına olan etkisini ve baş ağrısına bireyin bakış açısını sorgulamak amacıyla Türkçe uyarlaması geçerli ve güvenilir olan Baş Ağrısı Etki Testi (HIT-6)

kullanıldı (Bayliss vd., 2003; Yalınay Dikmen vd., 2021). Bu testte yer alan toplam 6 soru maddesi ile bireylerin canlılık, ağrı, psikolojik problemleri, sosyallik durumları, rol ve bilişsel işlevsellik gibi parametreleri değerlendirilir. Her bir soru maddesi beşli Likert ölçeğine (asla: 6, nadiren: 8, bazen: 10, sıklıkla: 11, her zaman: 13) göre puanlanır. Her bir maddeye verilen yanıtın puanları toplanır. Bu testten elde edilen toplam puan en az 36 en fazla 78'dir. Toplam puan arttıkça baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi de artmaktadır. Toplam puana göre baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi; çok az etki var veya hiç etki yok (≤49 puan), biraz etki (50-55 puan), kayda değer etki (56-59 puan) ve şiddetli etki (≥60 puan) var şeklinde sınıflandırılır (Bayliss & Batenhorst, 2002).

2.4. Fiziksel ve Mental Yorgunluğun Değerlendirilmesi

Son bir ayda bireyin hissettiği yorgunluğu değerlendirmek amacıyla hızlı yanıtlanabilen ve kullanımı kolay olan Chalder Yorgunluk Ölçeğinin Türkçe uyarlaması kullanıldı (Chalder vd., 1993; Adın, 2019). 1993 yılında toplam 14 madde halinde geliştirilmiş olan bu ölçekten daha sonra yapılan analizlere dayanarak 3 madde çıkarılmıştır (Chalder vd., 1993; Cella & Chalder, 2010). Toplam 11 maddeden oluşan son halinde fiziksel yorgunluk alt ölçeği (7 madde) ve mental yorgunluk alt ölçeği (4 madde) bulunmaktadır. Her bir soru maddesi dörtlü Likert ölçeğine "her zamankinden daha az, her zamanki kadar, her zamankinden daha fazla, her zamankinden çok daha fazla" yanıtlarının denk geldiği puanlara hesaplanır. Maddelerin puanlaması iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Bu çalışmada "her zamankinden daha az ve her zamanki kadar" sütunları "0" olarak, "her zamankinden daha fazla ve her zamankinden çok daha fazla" sütunları ise "1" olarak puanlandı. Toplamda alınan yüksek puanlar yorgunluk şiddetinin yüksek olduğunu gösterir (Cella & Chalder, 2010).

2.5. İstatistiksel Analiz

Araştırma örneklemini bu araştırmaya katılmaya gönüllü olan ekran karşısında çalışan yetişkin bireyler oluşturdu. Örneklem büyüklüğü Raosoft örneklem büyüklüğü hesaplayıcısı aracılığıyla hesaplandı. Tahmini evren (1939 birey) ve %78 oranında görülen dijital göz yorgunluğu insidansına dayanarak, bu çalışma için gerekli örneklem büyüklüğü %90 güven seviyesi ve %5 hata payı ile en az 170 birey olarak hesaplandı (Alabdulkader, 2021). Çalışmanın sonunda istatistiksel analizler SPSS 15.0 programı kullanılarak yapıldı. Bütün değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak araştırıldı. Tanımlayıcı analizler değişkenlerin tipine uygun olarak frekans (n), yüzde (%), medyan, çeyrekler arası aralık (ÇAA), ortalama (x) ve standart sapma (ss) ile sunuldu. Normal dağılmayan değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi yöntemiyle belirlendi. İstatistiksel analizde yanılma olasılığı $p<0,05$ olarak belirlendi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmamıza 75 yetişkin birey dahil edilebilmiştir ve bu bireylere ait özellikler Çizelge 1'de verildi. Bu bireylerin %56'sı ekran karşısında baş ağrısı yaşıyordu, %90,7'si ekran karşısında göz yorgunluğu bildirdi (Çizelge 1). Baş ağrısının günlük yaşama etkisi 16 (%21,3) bireyde yok veya çok azdı, 23 (%30,7) bireyde biraz vardı, 13 (%17,3) bireyde kayda değerdi ve 23 (%30,7) bireyde şiddetliydi.

Çizelge 1. Bireylerin özellikleri

	Yetişkin bireyler
	x±ss
Yaş (yıl)	28,61±6,6
Boy uzunluğu (m)	1,69±0,09
Vücut ağırlığı (kg)	66,84±16,13
Vücut kütle indeksi (kg/m^2)	23,25±4,31
Ekran karşısında geçirilen süre (saat/gün)	6,53±2,41
Ekran karşısında çalışılan süre (yıl)	5,79±5,37
Ekran karşısında göz kırpma sayısı (n)	21,71±21,67
Dinlenmede göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	3,20±2,69
Aktiviteler yaparken göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	3,65±2,61
Dinlenmede baş ağrısı (SDS, 0-10)	2,17±2,33
Aktiviteler yaparken baş ağrısı (SDS, 0-10)	2,75±2,42
Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı (36-78)	55,27±7,48
Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı (0-11)	4,33±2,87
Fiziksel yorgunluk alt ölçek puanı (0-7)	2,99±2,15
Mental yorgunluk alt ölçek puanı (0-4)	1,35±1,24
	n; %
Cinsiyet (kadın/erkek)	57; %76 / 18; %24
COVID-19 geçirme durumu	32; %42,7
Kronik rahatsızlık varlığı	9; %12
Dereceli gözlük kullanımı	47; %62,7
Göz hastalığı varlığı	46; %61,3
Göz cerrahisi geçirme durumu	6; %8
Gözlükte mavi ışık filtresi kullanımı	40; %53,3
Ekran karşısında baş ağrısı varlığı	42; %56
Ekran karşısında göz yorgunluğu varlığı	68; %90,7
Çalışılan ekranın göz hizasına göre seviyesi	
Göz hizasında altında olanlar	33; %44
Göz hizasının üstünde olanlar	3; %4
Göz hizasıyla aynı seviyede olanlar	39; %52
Çalışılan ekrana olan uzaklık	
Yaklaşık 1 tükenmez kalem	1; %1,3
Yaklaşık 2 tükenmez kalem	14; %18,7
Yaklaşık 3 tükenmez kalem	23; %30,7
Yaklaşık 4 tükenmez kalem	21; %28
Yaklaşık 5 tükenmez kalem	9; %12
Yaklaşık 6 tükenmez kalem	3; %4
Yaklaşık 7 tükenmez kalem	3; %4
Yaklaşık >7 tükenmez kalem	1; %1,3

m: metre, kg: kilogram, n: frekans, %: yüzde, SDS: Sayısal Derecelendirme Skalası, COVID-19: SARS-CoV-2.

Bireylerin Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı ile Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı, fiziksel yorgunluk alt ölçek, mental yorgunluk alt ölçek, dinlenmede baş ağrısı, aktivite yaparken baş ağrısı

ve aktivite yaparken göz yorgunluğu puanları arasında anlamlı pozitif korelasyon vardı (Çizelge 2, p<0,05).

Çizelge 2. Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı ile diğer sonuçlar arasındaki ilişkiler

	Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı (36-78)	
	r	**p**
Yaş (yıl)	-0,059	0,612
Boy uzunluğu (m)	-0,131	0,263
Vücut ağırlığı (kg)	-0,079	0,499
Vücut kütle indeksi (kg/m^2)	-0,036	0,757
Ekran karşısında geçirilen süre (saat/gün)	-0,095	0,418
Ekran karşısında çalışılan süre (yıl)	0,089	0,446
Ekran karşısında göz kırpma sayısı (n)	-0,025	0,831
Dinlenmede göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	0,209	0,072
Aktiviteler yaparken göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	**0,353**	**0,002***
Dinlenmede baş ağrısı (SDS, 0-10)	**0,456**	**<0,001***
Aktiviteler yaparken baş ağrısı (SDS, 0-10)	**0,544**	**<0,001****
Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı (0-11)	**0,341**	**0,003***
Fiziksel yorgunluk alt ölçek puanı (0-7)	**0,323**	**0,005***
Mental yorgunluk alt ölçek puanı (0-4)	**0,248**	**0,032***

m: metre, kg: kilogram, n: frekans, SDS: Sayısal Derecelendirme Skalası, r: korelasyon katsayısı, p: p değeri, *p<0,05.

Bireylerin Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı ile Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı, dinlenmede baş ağrısı, aktivite yaparken baş ağrısı, dinlenmede göz yorgunluğu ve aktivite yaparken göz yorgunluğu puanları arasında anlamlı pozitif korelasyon vardı (Çizelge 3, p<0,05).

Çizelge 3. Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı ile diğer sonuçlar arasındaki ilişkiler

	Chalder Yorgunluk Ölçeği toplam puanı (0-11)	
	r	**p**
Yaş (yıl)	0,009	0,938
Boy uzunluğu (m)	-0,156	0,182
Vücut ağırlığı (kg)	-0,085	0,467
Vücut kütle indeksi (kg/m^2)	-0,052	0,658
Ekran karşısında geçirilen süre (saat/gün)	0,173	0,138
Ekran karşısında çalışılan süre (yıl)	0,050	0,669
Ekran karşısında göz kırpma sayısı (n)	0,009	0,942
Dinlenmede göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	**0,231**	**0,046***
Aktiviteler yaparken göz yorgunluğu (SDS, 0-10)	**0,276**	**0,017***
Dinlenmede baş ağrısı (SDS, 0-10)	**0,259**	**0,025***
Aktiviteler yaparken baş ağrısı (SDS, 0-10)	**0,282**	**0,014***
Baş Ağrısı Etki Testi toplam puanı (36-78)	**0,341**	**0,003***

m: metre, kg: kilogram, n: frekans, SDS: Sayısal Derecelendirme Skalası, r: korelasyon katsayısı, p: p değeri, *p<0,05.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

COVID-19 pandemisinin uzamış sürecini yaşadığımız bu dönemde değerlendirdiğimiz ekran karşısında çalışan yetişkin bireylerin büyük çoğunluğunda hafif şiddette göz yorgunluğu (%90,7) ve baş ağrısı (%56) vardı. Bu bireylerin büyük çoğunluğunda da (%78,7) baş ağrısı günlük yaşamı etkilemektedir. Fiziksel ve mental yorgunluk ise göz yorgunluğu, baş ağrısı ve baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi arttıkça artar. Baş ağrısının günlük yaşama olan etkisi arttıkça da göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluk da artar. Çalışmamıza katılan bireylerin %61,3'ünde göz hastalığı vardı ve %8'i göz cerrahisi geçirmişti; %62,7'si ise dereceli gözlük kullanırken %53,3'ünün gözlüğünde mavi ışık filtresi vardı. Bireylerin dijital ekran karşısında geçirdikleri günlük ortalama süre yaklaşık 7 saatti.

Shariat vd.'nin 2020'de yaptıkları çalışmanın sonucuyla uyumlu olarak çalışmamızdaki bireylerin uzamış COVID-19 pandemi sürecinde ekran karşısında geçirdikleri sürenin arttığı gösterilmiştir. Uzamış pandemi sürecinde zorunlu kısıtlamalar, evden çalışma ve karantina şartları uygulanmamasına rağmen ekran karşısında geçirilen sürenin artmış olması yaklaşık 2 yıldır süregelen pandemi sürecinde ekrana bakma alışkanlığının bireylerde gelişmesine bağlanabilir. Literatürde yayınlanan diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olarak (Akbaş Tuna ve Türkmendağ, 2020; Akca M, Tepe Küçükoğlu, 2020; Özdemir ve Arpacıoğlu, 2020) pandemi sürecinde dijital ekran karşısında geçirilen sürenin artması çalışmamıza katılan bireylerin fiziksel sağlığını olumsuz yönde etkilemiştir, bu bireylerde göz yorgunluğu, baş ağrısı, fiziksel ve mental yorgunluk vardı. COVID-19 pandemisi öncesinde yapılan diğer araştırmaların sonuçlarıyla (Kelley ve Gruber, 2013; Koca ve Berk, 2019; Alabdulkader, 2021) paralel olarak da problemli internet kullanımının yani dijital ekran karşısında fazla zaman geçirmenin ekran karşısında çalışan yetişkin bireylerimizin göz yorgunluğu ve baş ağrısı gibi problemlerdeki artışın mental yorgunluğu artırdığı da gösterilmiştir. Bu durum bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının artması, kötü postür ve ergonomik olmayan koşullarda uzun süre çalışmayla özellikle boyun, omuz ve bel bölgelerinde oluşan kas-iskelet sistemi ağrılarının artmasına bağlanabilir (Hakala vd., 2006; Yang vd., 2019; Jacobs ve Baker, 2002).

Diğer yönden akıllı telefonların 2 saat ve üzerinde kullanımının gözlerde yorgunluk semptomlarını ve migren tipi baş ağrısını artırdığı bilinmektedir (Kim vd., 2016; Montagni vd., 2016). Ayrıca akıllı telefonlara maruz kalma süresi yani dijital ekrana bakma süresi arttıkça göz sağlığı bozulmaktadır (Kim vd., 2016). Bu çalışmaların sonuçlarına benzer olarak çalışmamızda gün içerisinde ekran karşısında yaklaşık 7 saat çalışmakta olan bireylerimiz yaygın bir şekilde baş ağrısı ve göz yorgunluğu bildirmiştir. Ekran karşısında çalışılan süre arttıkça çalışma postürü ve ofis ortamının ergonomik düzenlemesi de bireylerin kas-iskelet sistemi sağlığının olumlu yönde devamlılığı için önemlidir (Üçüncü ve Üçüncü, 2016). Bizim çalışmamızda çalışma postürü ve ofis ortamının ergonomik koşulları değerlendirilmemiştir. Bu parametrelerin doğrudan ekran karşısında çalışan bireylerin fiziksel ve psikolojik sağlığını doğrudan etkilediği göz önüne alınırsa ileri çalışmalarda bu parametrelerin de değerlendirilmesini önermekteyiz.

Bilgisayarlar ve diğer dijital ekranlar günlük hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. Dolayısıyla giderek bireylerin gün içerisinde dijital ekran karşısında geçirdiği süreler artmaktadır ve bu artan sürelere bağlı olarak da bireyler arasında görülen çeşitli oküler semptomlar, baş ağrısı,

fiziksel ve mental yorgunluk problemleri yaygınlaşmaktadır. Bu sebeple ekran karşısında çalışan bireylere uygun aydınlatma, parlama önleyici filtreler, bilgisayar monitörünün, masa ve sandalyelerin ergonomik konumlandırılması, düzenli iş molaları verilmesi, gerekli olması halinde göz muayenesi yapılması ve postür egzersizleri önerilmelidir (Blehm vd., 2005).

KAYNAKÇA

[1] Shariat, A., Ghannadi, S., Anastasio, A. T., Rostad, M., Cleland, J.A. Novel stretching and strength-building exercise recommendations for computer-based workers during the COVID-19 quarantine. Work, 2020;66(4):739-749.

[2] Akbaş Tuna, A., Türkmendağ, Z. Covid-19 Pandemi Döneminde Uzaktan Çalışma Uygulamaları ve Çalışma Motivasyonunu Etkileyen Faktörler. İşletme Araştırmaları Dergisi, 2020;12(3):3246-3260.

[3] Akca, M., Tepe Küçükoğlu, M. Covid-19 ve İş Yaşamına Etkileri: Evden Çalışma. Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives, 2020;8(1):71-81.

[4] Özdemir, D., Arpacıoğlu, S. Sosyal medya kullanımı, sağlık algısı ve sağlık arama davranışının koronavirüs korkusu üzerine etkisi. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 2020;12(1): 364-381.

[5] Kelley, K. J., Gruber, E. M. Problematic Internet use and physical health. J Behav Addict, 2013;2(2):108-112.

[6] Koca, T. T., Berk, E. Influence of internet addiction on academic, sportive, and recreative activities in adolescents. J Public Health, 2019;27:531-536.

[7] Alabdulkader, B. Effect of digital device use during COVID-19 on digital eye strain. Clin Exp Optom, 2021;104(6):698-704.

[8] Hakala, P. T., Rimpelä, A. H., Saarni, L. A., Salminen, J. J. Frequent computer-related activities increase the risk of neck-shoulder and low back pain in adolescents. Eur J Public Health, 2006;16(5):536-541.

[9] Yang, G., Cao, J., Li, Y., Cheng, P., Liu, B., Hao, Z., Yao, H., Shi, D., Peng, L., Guo, L., Ren, Z. Association Between Internet Addiction and the Risk of Musculoskeletal Pain in Chinese College Freshmen – A Cross-Sectional Study. Front Psychol, 2019;10:1959.

[10] Jacobs, K., Baker, N. A. The association between children's computer use and musculoskeletal discomfort. Work, 2002;18(3):221-226.

[11] Kim, J., Hwang, Y., Kang, S., Kim, M., Kim, T. S., Kim, J., Seo, J., Ahn, H., Yoon, S., Yun, J. P., Lee, Y. L., Ham, H., Yu, H. G., Park, S. K. Association between exposure to smartphones and ocular health in adolescents. Ophthalmic Epidemiol, 2016;23(4):269-276.

[12] Montagni I, Guichard E, Carpenet C, Tzourio C, Kurth T. Screen time exposure and reporting of headaches in young adults: A cross-sectional study. Cephalalgia, 2016;36(11):1020-1027.

[13] Üçüncü, K., Üçüncü, T. Dizüstü bilgisayarların masa üstünde kullanımının kullanıcı gözünden ve antropometrik açıdan değerlendirilmesi (Karadeniz Teknik Üniversitesi Örneği). Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi, 2016;16(1):293-306.

[14] Gladman, D., Nash, P., Goto, H., Birt, J. A., Lin, C. Y., Orbai, A. M., Kvien, T. K. Fatigue numeric rating scale validity, discrimination and responder definition in patients with psoriatic arthritis. RMD Open, 2020;6(1):e000928.

[15] McCaffery, M., Beebe, A. Pain: Clinical Manual for Nursing Practice. St. Louis; MO: Mosby; 1989.

[16] Cleland, J. A., Childs, J. D., Whitman, J. M. Psychometric properties of the Neck Disability Index and Numeric Pain Rating Scale in patients with mechanical neck pain. Arch Phys Med Rehabil, 2008;89(1):69-74.

[17] Bayliss, M. S., Dewey, J. E., Dunlap, I., Batenhorst, A. S., Cady, R., Diamond, M., Shefyell, F. A study of the feasibility of Internet administration of a computerized health survey: The headache impact test (HIT). Qual Life Res, 2003;12:953-961.

[18] Bayliss, M., Batenhorst, A. The HIT-6™ A User Guide. USA, Lincoln, RI: QualityMetric Inc.; 2002.

[19] Yalınay Dikmen P, Bozdağ M, Güneş M, Koşak S, Taşdelen B, Uluduz D, Ozge A. Migren Hastalarında Baş Ağrısı Etki Testinin (HIT-6) Türkçe Versiyonunun Güvenilirliği ve Geçerliliği. Arch Neuropsychiatry 2021;58:300-307.

[20] Chalder, T., Berelowitz, G., Pawlikowska, T., Watts, L., Wessely, S., Wright, D., Wallace, E. P. Development of a fatigue scale. J Psychosom Res, 1993;37(2):147-153.

[21] Cella, M., Chalder, T. Measuring fatigue in clinical and community settings. J Psychosom Res, 2010;69(1):17-22.

[22] Adın, R. M. Chalder Yorgunluk Ölçeğinin Türkçe'ye Uyarlanması ve Genç Yetişkin Bireylerde Psikometrik Özelliklerinin İncelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2019.

[23] Blehm, C., Vishnu, S., Khattak, A., Mitra, S., Yee, R. W. Computer vision syndrome: a review. Surv Ophthalmol, 2005;50(3):253-262.

AĞLAYAN HASTA İLE ETKİLİ İLETİŞİM

Öğretim Görevlisi, Esra KARABULUT

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Orcid: 0000-0002-3425-1129

ÖZET

İnsanoğlu günlük yaşamı içerisinde, olaylar ve durumlar karşısında birçok duygu ve davranış geliştirebilmektedir. Bu duygu ve davranışlar içerisindeyken iletişim sağlamak da zorluklar yaşanmaktadır. Özellikle sağlık alanında iletişim güçlüklerine neden olabilen durumlarla daha sık karşılaşılmaktadır. Sağlık alanında zor hasta olarak tabir edilen hasta gruplarıyla da iletişim kurmak karmaşık olabilmektedir. Zor hasta kelimesinin geniş bir açıklamasını yapacak olursak; hastanedeki sağlık profesyonelleri ile işbirliği içinde olmayan, tedaviyi reddeden, tedaviye uyum sağlamayan, ısrarla ilaç talep eden, genellikle öfkeli, endişeli, kendine ve etrafına zarar verme ihtimali olan, sağlık profesyonellerine güvenmeyen, hastalığı ve semptomları hakkında yalan söyleyen ya da bilgi vermeyen, iletişim kurmayan, sürekli ağlayan hastalar zor hasta olarak kabul edilmektedir. Bu tanıma bakıldığında ise iletişimin en önemli olabileceği bir hasta grubu var ki oda ağlayan hasta grubudur. Doğru ve etkili yaklaşım ile iletişimi sağlamak hastaya fayda sağlamaktadır.

Sağlık profesyonelleri genellikle hastalarda ağlama davranışıyla ağrı, acı çektiği zor anlarında ya da sağlıklı bir doğum gibi mutlu anlarda karşılaşırlar. Ancak zor anlarda sağlık alanında hastalarla kurulan iletişimde en çok zorluk yaşanan davranış ve duygulardan biri de ağlayan iletişimdir. Erişkin insanlar ağlama davranışını kontrol etmeyi öğrenmiş kişilerdir. Hatta bazı kültürlerde ağlama davranışı yetişkinler için zayıflık olarak algılanmaktadır. Ancak duyguları dışa dökme davranışlarından da biridir ağlamak. Bir iletişim yöntemi olarak bile tanımlanabilmektedir. Üzüntüyü, çaresizliği, öfkeyi, yardım isteğini ve hissettiği acıyı ifade etme yöntemi olarak ortaya çıkar. Aslında ağlama davranışının verdiği mesaj açıktır; beni görün ve yardım edin.

Hemşirelik bilgi verme, motive etme, moral verme ve teselli etme gibi kavramlardan daha geniş kapsamlıdır. Bir hemşire, psikolojik destek sağlama, duyguları anlama ve tanımlama, yardıma dâhil olabilecek her faktörü kullanma ve organize etme, hastanın algısını değerlendirme, problem çözme, baş etme becerilerini kullanmaya yönlendirme ve doğru ve etkili iletişim kurma gibi girişimleri de planlamalıdır.

Anahtar Kelime: ağlama, hasta, iletişim

GİRİŞ

İnsanın doğduğu andan itibaren her yaş döneminde sergileyebildiği davranışlardan biridir ağlama. Ağlamanın pek çok tanımı yapılmıştır. Ağlama; üzüntü, öfke ve korku gibi can sıkıcı duyguların eşli ettiği, fiziksel gerginliği boşaltma şeklidir. Ağlamak aynı zamanda duygunun davranışa dökülmüş halidir. Üzüntü, çaresizlik, acı çekme, yardım isteme, sevinç, mutluluk ve gurur duyma gibi pek çok duygunun yoğun yaşandığı anlarda ağlama davranışı görülebilir. Aslında ağlama

duygusal yükü azaltan, dengeleyen bir mekanizmadır. Fizyolojik açıdan bakılacak olursa ağlama gözyaşı salınımının artmasıdır (Chandra ve ark., 2018; Keser, 2020).

Ağlama bir bakış açısına göre sağlıklı olmanın ifadesidir. Sözel ifade edilemeyen duygu ve düşünceler ağlamayla dışa aktarılır. Ağlama aslında bir iletişim şeklidir. Bir yardım çağırma öngörüsüdür (Başol, 2018).

Ağlama Davranışının Nedenleri

Ağlama davranışı ile ilgili birçok teori üretilmiştir. Kültürel farklılıklar, farklı bilimler ağlama davranışının nedenlerini araştırıp anlam vermeye çalışmışlardır. Yapılan araştırmalar kapsamında bakıldığında karşımıza çıkan nedenler;

- Kişinin yardım ihtiyacının olması,
- Zor durumlarla karşılaşıldığında çaresizlik hissedilmesi,
- Sahip olunan korkular nedeniyle ağlama,
- Baş etme yöntemlerinde yetersizlik,
- Üzüntü, keder, mutluluk, sevinç, gurur duyma gibi duyguların dışa vurumu şeklindedir (Bulduklu, 2015; Keser, 2020).

Ağlayan Hasta ile İletişim

Ağlayan bir kişiyle karşılaşıldığında genelde iki davranış gösterilir; birincisi "ağlamanın durmasını sağlama", ikincisi ise "ağlamanın nedenini anlama". Merak, çaresizlik, huzursuzluk gibi duygular bizi ağlayan kişi ile iletişime sürükler. Sağlık profesyonellerinde ise tüm bu duyguların yanı sıra yardım etme isteği de duruma müdahale etmeyi tetikler (Bilişli ve ark., 2017; Bulduklu, 2015).

Böyle bir durum karşısında;

- Hastaya ağlaması için süre verilmelidir.
- Ağlamanın hastanın duygu gereksinimlerini karşıladığı unutulmamalıdır ve durdurulmaya çalışılmamalıdır.
- Ağlamanın nedeni yerine ne iletmeye çalıştığını anlamak önemlidir.
- Hasta düşünce ve duygularını paylaşılması için cesaretlendirilmelidir.
- Hastanın ağlamasına neden olan duygular (korku, endişe, özlem) yadırganmamalıdır.
- Sağlık personeli hasta ile iletişime geçerken onu anladığını vurgulamalıdır.
- Hastaya ağlaması sırasında zaman ayırıp, empati ve yardıma hazır oluşun iletilmelidir.
- Hasta duygu, düşünce ve davranışlarından dolayı yargılanmamalı, kınanmamalıdır.
- Hastanın iletişime kapalı olduğu zamanlarda bile davranışları ve duygularını nasıl ifade ettiği gözlemlenmelidir.
- Ağlama ya da sorunları konusunda konuşup konuşmama kararını hastanın vermesinin sağlanmalıdır.
- Hasta ile ağlama nedenleri üzerine konuşulmalıdır.
- Hastanın içine düştüğü umutsuzluk, endişe ya da depresif duygular çözümlenmeye çalışılarak asıl sorun belirlenmelidir (Çakmak ve Uğurluoğlu, 2022; Donovan ve Mullen, 2019).

Hastanın, ağlayarak iletişime ket vurduğu durumlarda aile üyelerinin yaklaşımı da önemlidir. Aile üyeleri;

- Ağlayan hastanın yakınları onu anladıklarını, yanında olduklarını hissettirmelidir.
- Hasta ağlama davranışından dolayı yargılanmamalıdır.
- Ağlayıp duygularını ifade etmesi beklenmelidir.
- Hastanın kuvvetli yönlerinden bahsedilmelidir.
- Olumsuzluklara değil, olumlu yönlere odaklanılmalıdır.
- Ağlamanın temel nedenini algılamalıdır (Gürüz ve Temel Eğinli, 2021; Köktepe Karahüseyinoğlu ve Oğuzöncül, 2021).

Etkili İletişimin Ağlayan Hastalar Üzerindeki Etkisi

Sağlık profesyonellerinin asıl amacı hastaya yardımcı olmaktır. Yardımcı olma kavramı altında, hastanın kendi kendine yapamadığı, karşılayamadığı aktiviteler yer almaktadır. Bunların yanı sıra hasta ile iletişimde önemli yer tutmaktadır. Hastanın korkularına, endişelerine, hastalığına dair soruların doğru ve açık yanıtlar vermek, onun duygu ve davranışlarının anlaşıldığını ifade etmek iletişimi kolaylaştırmaktadır. Anlaşıldığını bilen hisseden hasta kendini iyi hisseder ve kolay ifade eder. “Değerli bir kişi” olma hissiyatı hasta ile sağlık profesyonelleri arasında iletişimi olumlu yönde etkiler, güven ortamı sağlar (Gökçe ve ark., 2021; Jiang, 2020).

Sağlık profesyonelleri, iletişim süreci boyunca hastanın problemlerine ve ihtiyaçlarına odaklanır. İletişimin hastayı olumlu yönde etkilemesi beklenir. Sağlık profesyonelleri terapötik iletim yöntemlerini kullanarak güven ortamı oluşturur. Terapötik ilişkiler destek ve konfor sağlar, gelişmeyi ve değişmeyi destekler ve hasta eğitiminde önemli bir yer tutar. Bu sebeple sağlık profesyonellerinin terapötik iletişim kavramını anlaması ve iletişim becerilerine sahip olması beklenir (Koca ve Erigüç, 2021; McCabe ve Healey, 2018).

İletişim, hasta ile terapötik ilişki kurmak için kullanılan bir araçtır. Hastaya yönelik girişimlerin başarılı olmasında çok etkilidir. İletişim olmadan, sağlık profesyonelleri ve hasta arasında güvene dayalı bir ilişki kurulması imkânsızdır. Hastanın sorunlarını anlama, stres ve korkusuyla baş etme, problemleri çözme ancak ve ancak iletişim sayesinde olmaktadır. Bu durum sağlık profesyonelinin terapötik iletişim yöntemlerini kullanma becerisiyle alakalıdır. Terapötik iletişim amaçlı ve anlamlı ilişkiler kurmayı sağlar, bu açıdan günlük kurulan iletişimden ayırt edilmektedir (Öner, 2021; Świątoniowska-Lonc ve ark., 2020).

Hasta ve sağlık profesyoneli arasındaki ilişki çok önemlidir. Hastanın davranışlarının düşüncelerinin ve duygularının paylaşılması ve anlaşılması gerekmektedir. Sosyal çevrenin verdiği destek ile profesyonel desteği birbirinden ayırmak önemlidir. Bir sağlık profesyonel ile hasta arasındaki ilişki tamamen görev kapsamındadır. Sağlık profesyonelinin sağladığı destek, bakım verici ve eğitici rolü kapsamında olur (Taşdemir ve ark., 2017; Uysal ve Özer, 2019).

Yapılan araştırmalara göre hasta ile iletişimin, hastanın hastalık sürecini anlamasında, tedaviye uyum sağlamasında, sağlığının geliştirilmesinde ve yaşam kalitesinin artırılmasında önemli katkısı bulunmaktadır. İletişimde problem yaşayan hastaların tedaviye ve sağlık profesyonellerine güven

konusunda kuşku duydukları, tedavinin olumlu sonuçlar vereceğine inanma oranlarının diğer hastalara göre düşük olduğu görülmüştür (Altındal ve Yılmaz, 2020; Videbeck, 2008).

Sağlık profesyoneli ve hasta arasındaki iletişim etkin bir şekilde gerçekleştirildiğinde, bu durumdan hem hastanın hem de sağlık profesyonellerinin fayda sağladığı görülmüştür. Hasta iyi iletişim kurabildiği için tedavi sürecine uyum sağlarken; sağlık profesyonelleri ise rahat iletişim sağlayabildikleri için problemin tanımı ve girişimler konusunda daha rahat görevlerini yerine getirebilmektedir. Hasta şikâyetleri azaldıkça, iletişim doğru kanaldan sağlandıkça yasal problemlerin oranı da düşmektedir. Hasta memnuniyetinin iletişimle doğru oranda artması, genel sağlık sonuçlarını da olumlu yönde etkilemektedir. Tüm bu veriler göstermektedir ki sağlık profesyonellerinin kurdukları terapötik iletişim, hem hasta açısından hem de sağlık profesyonelleri açısından fayda sağlamaktadır (Bulduklu, 2015; Türkmen ve ark., 2017).

Kaynakça

1. Altındal, H. & Yılmaz, M. (2020). Sağlık Hizmetlerinde İletişim. Yılmaz, M. (Ed.) Sağlık Profesyonelleri İçin İletişim. Akademisyen Kitapevi, Ankara, ss. 1-23.
2. Başol, E. (2018). Hasta İle Sağlık Çalışanları (Doktor Ve Hemşire) Arasındaki İletişim Sorunları ve Çözüm Önerileri . International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal, 4(1), 76-93. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/iaaoj/issue/36744/418662.
3. Bilişli, Y. , Altaş, B. & Zetter, S. A. (2017). Nitelikli sağlık iletişimini engelleyen bir unsur olarak "Zor Hasta" . Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 4 (4) , 289-300 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/sagakaderg/issue/46723/585995.
4. Bulduklu, Y. (2015). Hastalarla İletişim. Çizgi Kitapevi, Konya, ss. 235-239.
5. Chandra. S,. Mohammadnezhad. M,. & Ward. P. (2018). Trust and Communication in a Doctor-Patient Relationship: A Literature Review. J Healthc Commun Vol.3 No.3:36.
6. Çakmak, C. & Uğurluoğlu, Ö. (2022). Hasta Merkezli İletişim Ve Hizmet Kalitesi İlişkisi: Hizmet Sunucuya Güvenin Aracı Etkisi . Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 12 (23) , 93-108 . DOI: 10.53092/duiibfd.1031256.
7. Donovan, L. M. & Mullen, L. K. (2019). Expanding nursing simulation programs with a standardized patient protocol on therapeutic communication. Nurse Education in Practice, 38, Pages 126-131, https://doi.org/10.1016/j.nepr.2019.05.015.
8. Gökçe E, Atıcı M, Arslan S. (2021) Hemşireler ile hastalar arasındaki iletişim sorunları ve beklentiler: Nitel bir araştırma. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi. 8(2):171-180.
9. Gürüz. D. & Temel Eğinli. A. (2021). Kişilerarası İlişkiler Bilgiler–Etkiler–Engeller. Nobel Akademik Yayıncılık Ankara, ss. 95-124.
10. Jiang, S. (2020). The Relationship between Face-to-Face and Online Patient-Provider Communication: Examining the Moderating Roles of Patient Trust and Patient Satisfaction, Health Communication, 35:3, 341-349, DOI: 10.1080/10410236.2018.1563030
11. Keser, İ. (2020). Ağlayan Birey ile İletişim. Yılmaz, M. (Ed.) Sağlık Profesyonelleri İçin İletişim. Akademisyen Kitapevi, Ankara, ss. 289-312.
12. Koca, G. Ş. & Erigüç, G. (2021). Hasta-Hekim İlişkisinde Güven İletişimi: Hastaların Bakış Açısıyla Ölçmeye Yönelik Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, İstiklal Marşı 100. Yıl Armağan Sayısı, 186-202. DOI: 10.18026/cbayarsos.689732.

13. Köktepe Karahüseyinoğlu, E. & Oğuzöncül, A. F. (2021). Sağlık Personelinin Zor Hasta Algısı ve Baş Etme Yöntemleri. Efe Akademi Yayınevi, İstanbul, ss. 62-83.
14. McCabe, R. and Healey, P.G.T. (2018), Miscommunication in Doctor–Patient Communication. Top Cogn Sci, 10: 409-424. https://doi.org/10.1111/tops.12337.
15. Öner, H. (2021). Terapötik İletişim. Batmaz, M. & Gezgin Yazıcı, H. (Ed.) Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği. Nobel Tıp Kitapevi, Ankara, ss. 65-78.
16. Świątoniowska-Lonc, N., Polański, J., Tański, W. *et al.* (2020). Impact of satisfaction with physician–patient communication on self-care and adherence in patients with hypertension: cross-sectional study. BMC Health Serv Res 20, 1046. https://doi.org/10.1186/s12913-020-05912-0.
17. Taşdemir, E. (2017). Kişilerarası İletişim. Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa, ss.39-88.
18. Türkmen, S. , Bayraktar, T. & Arslan, G. (2017). Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Zor Hasta Algısı ve İletişim Becerilerinin Belirlenmesi. ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi,4(1),27-38. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/erusaglik/issue/28766/307886.
19. Uysal, C. & Özer, E. (2019). Diyabetli Bireylerle Etkili İletişim için Nasıl Bir Dil Kullanılmalı?. Bes Diy Derg 2019;47(Özel Sayı):118-128. DOI: 10.33076/2019.BDD.1323
20. Videbeck, S. L. (2008). Psychiatric-Mental Health Nursing. Lippocott Williams & Wilkins, China, ss.103-120.

TERAPÖTİK İLETİŞİMİN, ÖLÜMÜ YAKLAŞAN BİREY İLE ETKİLEŞİMDEKİ ÖNEMİ VE YERİ

Öğretim Görevlisi, Esra KARABULUT

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Orcid: 0000-0002-3425-1129

ÖZET

Sağlık profesyonellerinin sağlık yaklaşımlarındaki temel amacı hastaya yardım etmektir. Bu fenomenden yola çıkarak, hastaya yaklaşan sağlık profesyonelinin hastanın hastalık ve tedavi sürecinin merkezinde yer alıyor olması beklenen bir olgudur.

Yaşamın son anları, hem hasta hem de hasta yakınları için zorlu bir süreçtir. Kötü haberin verilmesi hasta ve yakınlarının bu haber karşısında takınacakları tavır, sahip oldukları kültürün getirileri ile birleşince süreç daha da zorlu bir hal almaktadır. Hastanın aldığı haberi nasıl yorumlayacağını anlamak için öncelikle hastanın öyküsüne hakim olmak gerekmektedir. Yetiştiği kültürde sağlık ve hastalık kavramlarının ne ifade ettiği, hastalık ve ölümün nasıl kabullenildiği çok önemlidir.

Hastalığın, hasta üzerinde nasıl bir duyguya yol açtığını öncelikle hastanın farkına varması beklenmelidir. Görüşme sırasında hastaya neler hissettikleri, şuan ki hislerini hangi kelimelerle açıklayabileceği öğrenilmelidir. Hastanın beden dili ve öfke, ağlama gibi davranışlarının da gözlenmesi gerekmektedir. Hastalık kabullenildikten sonra, sürecin daha huzurlu geçmesi için destek sağlanmalıdır. Hastanın bakıma en çok ihtiyacının olduğu bu dönemde sağlık profesyonellerinin desteği çok önemlidir. Hastalık kaynaklı ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik sorunlar açıklıkla dile getirildiği takdirde, problemin çözümü için çaba harcanmalıdır.

Ölüm yaşamın son anını temsil etmektedir. Ve her insan huzurla ölümü karşılamayı hak eder. Ölüm de yaşamdaki her evre gibi doğal bir süreçtir. Önemli olan bunun doğal olduğunun bilincinde olup, huzurla bu süreci tamamlayabilmektir. Sağlık profesyonelleri ise sahip oldukları terapötik donanımla hastanın bu süreçteki en önde gelen destekçileri olmaktadır. Sözlü ve sözsüz iletişimdeki, terapötik teknikleri bilmek, içselleştirmek ve uygulamak yaşam sonu dönemde hastalarla kurulan iletişimin etkinliğini artıracaktır.

Anahtar Kelime: terapötik iletişim, yaşam sonu, ölüm

GİRİŞ

Yaşam sonu dönem, ömrünün sonuna gelmiş hastanın yaşadığı süreçtir. Ayrıca yaşam sonu dönem, insanların iletişim güçlükleri yaşadığı bir dönemdir. Hem psikolojik olarak bu dönemin yükü fazla iken, hem de sahip olunan hastalık kaynaklı iletişim kapalılığı bu dönemi zorlu dönemler arasına sokmaktadır. Bu dönemde hastanın ihtiyacı olan fizyolojik, psikolojik ve sosyal desteğin tam olarak anlaşılabilmesinde sağlık profesyonellerine büyük sorumluluk düşmektedir (Altındal ve Yılmaz, 2020; Bulduklu, 2015).

Ölümlerin bazıları beklenmedik bir anda olurken, bazıları da kronik hasalıklar sonucunda olmaktadır. Kronik hastalık nedeniyle yaşamının sonuna gelen hastalar, hastalıkları kaynaklı öz bakımlarını yerine getirememeleri gibi sebeplerden bakıma ihtiyaç duymaktadırlar. Hasta bakımı hastayla etkileşime geçtiğimiz özel anlardan biridir. Bakım verirken sözlü olarak paylaşılmasa bile sözsüz olarak birçok duygu paylaşılır. Minnet, sevgi, saygı, üzüntü… Yaşam sonu dönemde hastaya sözlü ya da sözsüz iletişimle destek sağlanmalıdır (Bozkurt, 2016; Chandra ve ark., 2018).

Çoğu kültürde ölümü yaklaşan bireyle, ölüm hakkında konuşmanın hastayı daha çok üzeceğine dair düşünceler mevcuttur. Ancak literatüre bakıldığında yapılan araştırmalar, yaşam sonu dönemdeki hastaların ölüm hakkında konuşmak istediklerini göstermektedir. Hastalar ölüm hakkındaki duygu ve düşüncelerini kimseyle paylaşamadıklarını, aslında gün içinde defalarca ölümü düşündüklerini ifade etmişlerdir. Aslında yapılan çalışmalar yaşam sonu dönemde hastaların ölüm hakkında konuşmanın, bu konudaki duygu ve düşüncelerini paylaşmanın, hastaya iyi geldiği yönündedir (Bringhton ve Bristowe, 2016; Clayton ve ark., 2017).

Sağlık profesyonelleri için ölüm hakkında konuşmak, zorlayıcı bir süreç olabilmektedir. İletişimi nasıl başlatacağı, ölüm kelimesini rahatlıkla mı kullanmalı yoksa bir tabu mu olmalı?, bu konunun açılması hastayı üzer mi? Gibi düşünceler iletişimin önüne engel koymaktadır. Ancak sağlık profesyonelinin iletişimden kaçınması, hasta memnuniyetsizliğinin ve psikolojik morbiditenin artmasına neden olmaktadır (Dönmez ve Johnston, 2020; Hussain, 2020).

Yaşam sonu dönemdeki iletişimin amaçları şunlardır;

- Hastaya hastalık süreci konusunda bilgi vermek,
- Sürece ilişkin endişe ve kaygıların azaltılmasında yardımcı olmak,
- Psikolojik, fizyolojik ve sosyal destek sağlamak,
- Hastanın beklentileri öğrenmek, bunlar üzerine gerçekçi bir şekilde konuşmak,
- Duygu ve düşüncelerini ifade etmesine yardımcı olmak,
- İletişimde güven ortamını sağlamak,
- Baş etme mekanizmalarını kullanmasına yardımcı olmak,
- Huzurlu bir ölüme hazırlamaktır (Dönmez, 2020; Köktepe Karahüseyinoğlu ve Oğuzöncül, 2021; Lambert ve ark., 2020).

Yaşam sonu Dönemdeki Hastayla Kurulabilecek İletişim Çeşitleri

Sözlü İletişim: Sözcüklerle ifade edilebilen, dil aracılığı ile mesajları kapsayan iletişim çeşididir. Hastalarla kurulan sözlü iletişimde, hastanın anlayabileceği kelimeler kullanmak iletişimi kolaylaştırmaktadır. Ses tonunun, konuşma hızının, nasıl ifade edildiğinin büyük önem taşıdığı bir iletişimdir (Dönmez, 2020).

Sözsüz İletişim: Çoğunlukla beden dili aracılığıyla kurulan bir iletişimdir. Hastayla ilgilenildiği, bakım verildiği sessiz anlar bu iletişime hizmet etmektedir. Göz teması kurmak, incitmeden dokunmak aslında hepsi birer iletişim şeklidir. Sağlık profesyonellerinin bakım verici rolü, sözsüz iletişimi içermektedir (Bulduklu, 2015).

Yaşam Sonu Dönemdeki Hastayla İletişimde Kullanılabilecek Stratejiler ve Modeller

Yaşam sonu dönemdeki hastalarla iletişimde terapötik yaklaşımların öneminden birçok kaynak bahsetmektedir. Ancak terapötik iletişim tekniklerini, yaşam sonu dönem gibi hassas ve zorlayıcı bir süreçte nasıl kullanılacağına dair sağlık profesyonellerinin kafasında hala soru işaretleri bulunmaktadır. Açık uçlu sorular sormak, aktif dinleme, güvenin oluşturulması, empati, dini inançları doğrultusunda yaklaşım, yaşam sonu dönemde mizah ve sanat kullanımı gibi terapötik yaklaşımlar iletişimin temel taşlarını oluşturmaktadır (Bozkurt, 2016; Bulduklu, 2015; McCabe ve Healey, 2018).

Görüşme stratejilerinden ve sağlık profesyonelleri için yol gösterici yöntemlerden adım adım bahsetmek gerekirse;

1. Görüşmeye Hazırlık Aşaması
2. Görüşmenin Başlatılması
3. İletişimde Güven Ortamının Oluşturulması
4. Hastayla Kurulan Sözsüz İletişimde Empati Yapılarak Cevap Verilmesi
5. Hastanın Psikolojisinin Güçlendirilmesi, Baş Etme Mekanizmalarının Kullanılması
6. Yaşam sonu Dönemde Mizahın Kullanılması
7. Yaşam sonu Dönemde Sanatın Kullanılması
8. Gelecek Hakkında Konuşulması
9. Görüşmenin Sonlandırılmasıdır (Altındal ve Yılmaz, 2020; Bozkurt, 2016).

Bu stratejilerin yanı sıra, ölümü yaklaşan birey ile iletişimde kullanılan iletişim modeller bulunmaktadır. Bu modeller sözlü ve sözsüz modeller olarak ikiye ayrılır. Sözlü ve sözsüz iletişimde en çok kullanılan modeller;

- Soler & Surety modeli (sözsüz iletişim)
- Spikes modeli (sözlü iletişim)
- Comfort modeli (sözlü iletişim)
- Sage & Thyme modelidir (sözlü iletişim) (Ang, 2019; Wittenberg ve ark., 2048; Wittenberg ve ark., 2020).

Yaşam sonu Dönemde Terapötik İletişimin Yeri ve Önemi

Sağlık profesyonellerinin sağlık yaklaşımlarındaki temel amacı hastaya yardım etmektir. Bu fenomenden yola çıkarak, hastaya yaklaşan sağlık profesyonelinin hastanın hastalık ve tedavi sürecinin merkezinde yer alıyor olması beklenen bir olgudur (Öner, 2021; Videbeck, 2008).

Yaşam sonu dönem hem hasta hem de hasta yakınları için zorlu bir süreçtir. Kötü haberin verilmesi hasta ve yakınlarının bu haber karşısında takınacakları tavır, sahip oldukları kültürün getirileri ile birleşince süreç daha da zorlu bir hal almaktadır. Hastanın aldığı haberi nasıl yorumlayacağını anlamak için öncelikle hastanın öyküsüne hakim olmak gerekmektedir. Yetiştiği kültürde sağlık ve hastalık kavramlarının ne ifade ettiği, hastalık ve ölümün nasıl kabullenildiği çok önemlidir (Jiang, 2020; Vaiphei, 2020).

Tüm sağlık profesyonellerinin en zorlandığı an kötü haber verdikleri andır. Bu iletişimi sağlamaksa duygu karmaşası nedeniyle sıkıntılıdır. Öncelikle terapötik iletişim gereğince hastaya nasıl

yaklaşılacağı, konuşmanın nasıl başlatılacağı, adım adım bilgi verme evrelerinin sağlık profesyonelinin kafasında şekillenmesi gereklidir. Kurulan iletişim olumlu sonuç vermesi hasta ile kurulan güven ilişkisinin sağlamlığına göre değişmektedir. Hastanın her ihtiyaç duyduğunda destek alabileceğini bilmesi zorlu sürecin atlatılmasına yardımcı olur. Aradaki güvenin sağlanması ile hasta da sağlık profesyonelin yöneltmek istediği soruları rahatlıkla sorarak iletişimi sağlar. Hastayla kurulan güven bağı, hastalığın ve tedavinin nasıl ilerleyeceğine yön verir. Hastalığın prognozu kötü olsa bile karamsarlığa ve ümitsizliğe düşmemek hastalığın gidişatını olumlu etkileyebilir (Pun ve ark., 2020; Shen ve ark., 2018).

Hastalığın, hasta üzerinde nasıl bir duyguya yol açtığını öncelikle hastanın farkına varması beklenmelidir. Görüşme sırasında hastaya neler hissettikleri, şuan ki hislerini hangi kelimelerle açıklayabileceği öğrenilmelidir. Hastanın beden dili ve öfke, ağlama gibi davranışlarının da gözlenmesi gerekmektedir. Hastalık kabullenildikten sonra, sürecin daha huzurlu geçmesi için destek sağlanmalıdır. Hastanın bakıma en çok ihtiyacının olduğu bu dönemde sağlık profesyonellerinin desteği çok önemlidir. Hastalık kaynaklı ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik sorunlar açıklıkla dile getirildiği takdirde, problemin çözümü için çaba harcanmalıdır (Jiang, 2020; McCabe ve Healey, 2018).

Terapötik iletişimin sağlanmadığı durumlarda hasta içe kapanık bir profil çizebilir. Psikolojik morbiditelerin artış nedeni hasta ile iletişimin kurulamamasıdır. Hasta kimseyle duygu ve düşüncelerini paylaşamaz ve tamamen karamsar bir tabloya bürünürse, yaşam sonu dönemi daha acılı geçirmesine neden olacaktır (Brington ve Bristowe, 2016; Chandra ve ark., 2018).

Yaşam sonu dönem insan ömrünün son anlarını temsil etmektedir. Ve her insan huzurla ölümü karşılamayı hak eder. Ölüm de yaşamdaki her evre gibi doğal bir süreçtir. Önemli olan bunun doğal olduğunun bilincinde olup, huzurla bu süreci tamamlayabilmektir. Sağlık profesyonelleri ise sahip oldukları terapötik donanımla hastanın bu süreçteki en önde gelen destekçileri olmaktadır. Sözlü ve sözsüz iletişimdeki, terapötik teknikleri bilmek, içselleştirmek ve uygulamak yaşam sonu dönemde hastalarla kurulan iletişimin etkinliğini artıracaktır (Clayton ve ark.,2017; Dönmez ve Johnston, 2020).

Kaynakça

21. Altındal, H. & Yılmaz, M. (2020). Sağlık Hizmetlerinde İletişim. Yılmaz, M. (Ed.) Sağlık Profesyonelleri İçin İletişim. Akademisyen Kitapevi, Ankara, ss. 1-23.
22. Ang, S. (2019). Promoting Effective Nurse-Patient Communication in Palliative Care Using the SAGE and THYME Model: Can it be Implemented Cross-Culturally?. The Open Nursing Journal. 13. 153-155. 10.2174/1874434601913010153.
23. Bozkurt. S. (2016) Terapötik İletişim. Gürhan. N. (Ed.) Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği. Nobel Tıp Kitapevi, Ankara, ss. 183-200.
24. Brighton LJ, Bristowe K. Communication in palliative care: talking about the end of life, before the end of life. Postgrad Med J. 2016 Aug;92(1090):466-70. doi: 10.1136/postgradmedj-2015-133368. Epub 2016 May 6. PMID: 27153866.
25. Bulduklu, Y. (2015). Hastalarla İletişim. Çizgi Kitapevi, Konya, ss. 235-239.

26. Chandra. S,. Mohammadnezhad. M,. & Ward. P. (2018). Trust and Communication in a Doctor-Patient Relationship: A Literature Review. J Healthc Commun Vol.3 No.3:36.
27. Clayton MF, Hulett J, Kaur K, Reblin M, Wilson A, Ellington L. Nursing Support of Home Hospice Caregivers on the Day of Patient Death. Oncol Nurs Forum. 2017 Jul 1;44(4):457-464. doi: 10.1188/17.ONF.457-464. PMID: 28632241; PMCID: PMC5480962.
28. Dönmez ÇF, Johnston B. (2020) Living in the moment for people approaching the end of life: A concept analysis. Int J Nurs Stud. 2020 Aug;108:103584. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2020.103584. Epub 2020 May 6. PMID: 32450405.
29. Dönmez, Ç. F. (2020). Ölümü Yaklaşan Birey ve Ailesi ile İletişim. Yılmaz, M. (Ed.) Sağlık Profesyonelleri İçin İletişim. Akademisyen Kitapevi, Ankara, ss. 263-288.
30. Hussain F. A. (2020) Managing conversations with patients about death and dying. British Journal of Nursing 2020 29:5, 284-289.
31. Jiang, S. (2020). The Relationship between Face-to-Face and Online Patient-Provider Communication: Examining the Moderating Roles of Patient Trust and Patient Satisfaction, Health Communication, 35:3, 341-349, DOI: 10.1080/10410236.2018.1563030
32. Köktepe Karahüseyinoğlu, E. & Oğuzöncül, A. F. (2021). Sağlık Personelinin Zor Hasta Algısı ve Baş Etme Yöntemleri. Efe Akademi Yayınevi, İstanbul, ss. 62-83.
33. Lambert S, Andrea & Elton, Jessica & Lietzenmayer, Alison. (2020). Death Studies Communicating death with humor: Humor types and functions in death over dinner conversations Communicating death with humor: Humor types and functions in death over dinner conversations. Death Studies. 46. 10.1080/07481187.2020.1716883.
34. McCabe, R. and Healey, P.G.T. (2018), Miscommunication in Doctor–Patient Communication. Top Cogn Sci, 10: 409-424. https://doi.org/10.1111/tops.12337.
35. Öner, H. (2021). Terapötik İletişim. Batmaz, M. & Gezgin Yazıcı, H. (Ed.) Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği. Nobel Tıp Kitapevi, Ankara, ss. 65-78.
36. Pun JKH, Cheung KM, Chow JCH, et al. (2020) Chinese perspective on end-of-life communication: a systematic review. BMJ Supportive & Palliative Care Published Online First: 09 July 2020. doi: 10.1136/bmjspcare-2019-002166
37. Shen M. J. et al. (2018) Illness Understanding and End-of-Life Care Communication and Preferences for Patients With Advanced Cancer in South Africa. Journal of Global Oncology, 4: 1-9. doi: 10.1200/JGO.17.00160
38. Vaiphei, S. D. (2020) Effective of Breaking the Bad News in Terminal Diagnosis: Focus on Meaning and Strategies. Cancer Med J 3(2): 63-68.
39. Videbeck, S. L. (2008). Psychiatric-Mental Health Nursing. Lippocott Williams & Wilkins, China, ss.103-120.
40. Wittenberg E, Ferrell B, Goldsmith J, Ragan SL, Buller H. (2018) COMFORT™SM communication for oncology nurses: Program overview and preliminary evaluation of a nationwide train-the-trainer course. Patient Educ Couns. 2018 Mar;101(3):467-474. doi: 10.1016/j.pec.2017.09.012. Epub 2017 Sep 22. PMID: 28967447; PMCID: PMC5857407.
41. Wittenberg E, Goldsmith JV, Williams Y, Lee A. (2020) Caring for Family Caregivers: a Pilot Test of an Online COMFORT™ SM Communication Training Module for Undergraduate Nursing Students. J Cancer Educ. Feb;35(1):138-143. doi: 10.1007/s13187-018-1452-3. PMID: 30467775; PMCID: PMC6533166.

HAVALI TABANCA ATICILARINDA ATIŞ PERFORMANSINA GÖRE TETİK DÜŞME ÖNCESİ VE TETİK DÜŞME SONRASINDA EEG ALFA GÜCÜNÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Cevriye ÜNAL
Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0002-6499-3684
Yaşar TATAR
Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-6815-301X
Kadriye AĞAN- YILDIRIM
Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, ORCID ID: 0000-0001-5696-6435
Cengiz KARAGÖZOĞLU
Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-3959-4478
Adil Deniz DURU
Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-3014-9626

Bu çalışma Marmara Üniversitesi BAPKO SAG-C-YLP-031210-0272 numaralı proje desteği ile yürütülmüştür.

ÖZET

Bu çalışmada havalı tabanca atıcılarının atış performansı sırasındaki tetik düşme öncesi ve sonrası elektroensefalogram (EEG) ölçümlerinden elde edilen alfa gücünün, performans ile ilişkisi incelenmiştir. Ölçümlere aktif olarak atıcılık sporu yapan 7 kişi (41±14 yıl, 5 erkek, 2 kadın) katılmıştır. En az 3 yıldır 10 m havalı tabanca branşıyla ilgilenen ve müsabakalara katılan lisanslı sporcular ölçümlere alınmıştır. Ölçümler sırasında erkek sporcular 60 atış, kadın sporcular 40 atış yapmıştır. Beynin tüm bölgelerinden EEG kaydı alınmış ve bu kayıttan F3, F4, Fz, P3, P4, Pz, O1 ve O2 bölgeleri değerlendirilmiştir. Frekans bantlarından alfa gücü, alfa 1 (8-10 Hz) ve alfa 2 (11-14 Hz) olarak incelenmiştir. Dinlenme durumdaki alfa 1- alfa 2 güçlerinin, atış öncesi ve sonrası ölçülen alfa 1 – alfa 2 güçlerine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. İyi-orta-kötü atışların gruplar arası karşılaştırılma sonuçlarına göre, frontal pariyetal ve oksipital alanlarda tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrasındaki alfa 1- alfa 2 değerlerinin arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Alfa gücünün performansla ilişkisi incelendiğinde iyi, orta ve kötü atışlar sırasındaki alfa güçlerinde anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Anahtar kelimeler: Spektral EEG, tabanca atıcılığı, SCATT antrenman simülatörü, alfa gücü

Comparison of Pre-Shot and Post Shot EEG Alpha Power According to Shooting Performance in Air Pistol Shooters

ABSTRACT

In the concept of this study, the shooting performance of air pistol shooters is investigated through EEG measurements during Preshot and post-shot periods. Scalp measurements are collected from 7 pistol shooters (41±14 age, 5 male, 2 female). Subjects as athletes, have experienced air pistol shooting at least 3 years of competetive level. Male athletes completed 60 shots while female athletes performed 40 shots during the experiments. EEG was measured from 23 electrodes and only F3, F4, Fz, P3, P4, Pz, O1 and O2 electrode data was analyzed. Fourier transform of the data was computed in order to extract low alpha band (8-10Hz) and high alpha band (11-14 Hz) power values. Resting state preshot alpha power values were observed to increase with respect to the post-shot period. Moreover,no significant differences were found in the fronto-parietal and occipital electrodes alpha values according to the performance levels. There were significant differences in the alpha band power values when compared within performance levels.

Keywords: Spectral EEG, air pistol shooting, SCATT training stimulator, alpha band power.

1. GİRİŞ

Atıcılıkta başarıyı belirleyen faktörler arasında postüral denge (Mononen, Konttinen, Viitasalo, & Era, 2007), iyi bir pozisyon, tetik kontrolü, dayanıklılık ve performans bulunmaktadır (Hawkins & Sefton, 2011; Konttinen, Landers ve Lytinen 2000). Performans gerektiren bilişsel bir görev sırasında beynin bir çok alanında aktivasyon değişiklikleri meydana gelebilir (Handy, 2009). Beyinde oluşan bu aktivasyonlar EEG cihazı ile gözlemlenebilmektedir. EEG, serebral korteksin spontan elektrik aktivitesini izleyen, zamansal çözünürlüğü yüksek, girişimsel olmayan ve bazı düzenekler ile farklı ortamlarda kullanılabilmeye uygun bir yöntemdir. EEG'nin insana uygulanmasını 1929'da Viyanalı Hans Berger yapmıştır (Teplan, 2002). EEG dalgaları; delta, teta, beta, alfa ve gamadır. EEG yöntemi, cihaz ve elektrotların harekete hassasiyetinden dolayı durağan bir vücut pozisyonu gerektiren spor branşlarının ilgisini çekmiştir. 10 m havalı tabanca branşı da statik uygulama içerdiği için, EEG ölçümleri için uygun bir branş olmuştur. Bu çalışmadaki EEG analizinde hedefe odaklanma hakkında bilgi verebilen alfa dalgası incelenmiştir. Dikkat ile ilgili bir görev sırasında alfa gücündeki azalmayı ortaya koyan birçok çalışma vardır. (Ray ve Cole, 1985; Pfurtscheller ve ark. 1996). Loze ve ark. (2001)'de havalı tabanca sporcularıyla yaptıkları çalışmada

atış öncesi oksipital alandaki alfa gücünün en iyi atıştan önce belirgin arttığı, en kötü atıştan önce ise azaldığını bulmuştur. Görsel dikkatin, en iyi atış öncesi baskılandığı, en kötü atış öncesi ise arttığı belirtilmiştir. Babiloni ve ark. (2008)'de golf sporcularıyla yaptığı çalışmada başarılı ve başarısız vuruşları karşılaştırmış ve başarılı atışlarda Fz, C3 ve C4 alanlarındaki alfa gücünün daha küçük genlikte olduğunu belirtmiştir. Başarılı atışlarda da alfa salınımında güçlü bir azalma olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın amacı, havalı tabanca atıcılarının atış performansı sırasındaki alfa gücü değişimlerini incelemektir. Tetik düşme öncesi-tetik düşme sonrası durumlarında iyi, orta ve kötü atışlar incelenmiştir. Beyin bölgelerinden frontal, pariyetal ve oksipital alanlarda alfa gücünün hedefe odaklanma ile ilişkisi spektral EEG analizi yapılarak araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1 Katılımcılar

Ölçümlere aktif atıcılık sporu yapan 7 kişi (yaş=41±14 yıl, 5 erkek, 2 kadın) katılmıştır. En az 3 yıldır 10 m havalı tabanca branşıyla ilgilenen lisanslı sporcular ölçümlere dahil edilmiştir. Tüm katılımcılar atış sırasında sağ el ve sağ gözünü kullanmıştır. Yapılacak çalışma hakkında katılımcılar bilgilendirilerek onayları alınmıştır. Araştırma için Marmara Üniversitesi Araştırma Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. Katılımcılar araştırmada gönüllü olarak yer almış olup, herhangi bir sağlık sorunları bulunmamaktadır.

2.2 Prosedür

Atış performansı ölçümlerine başlanmadan önce EEG ölçümü yapabilmek için uluslararası 10-20 sistemine göre elektrotlar her katılımcıya EEG pastası ile yerleştirilmiştir (Jasper, 1958). Atışlar 10 m mesafeden SCATT cihazı kullanılarak her sporcunun kendi tabancasını kullanması ile yapılmıştır. Eş zamanlı veri toplamak için trigger sistemi kurulmuştur. Böylelikle atışın başlamasından sonuna kadar olan süre ve atış anı EEG traselerinde eş zamanlı gözlemlenmiştir. Elektrot yerleşimi biten sporcu dinlenik haldeki 15 dakikalık rutin EEG ölçümüne alınmıştır. Ölçümü tamamlanan sporcu atış pozisyonunu alarak 15 dk ısınma atışları yapmıştır. Atışlar ISSF'e göre 10 m havalı tabanca müsabakalarında verilen süreye göre erkek sporcular 1 saat 15 dk içerisinde 60 atış, kadın sporcular 50 dk içerisinde 40 atış yaparak, EEG ölçümleri alınmıştır. Müsabaka atışı yapmadan önce sporcu sınırsız deneme atışı yapabilmiştir. Hazırlık ve deneme süresi 15 dakikadır. Sporcu atmaktan vazgeçtiğinde tekrar atış yapabilmiştir.

Tablo 1. Ölçüm Prosedürü

rev	·e	plam Süre
:in EEG	dk	
ıma atışları	dk	
ş (Erkek) (60 atış)	15 dk	45 dk
ş (kadın) (40 atış)	dk	20 dk
ş sonu EEG	dk	'1 s 50 dk
G kaydı, Trigger Sistemi		

2.3 Atış performansı ölçümleri

Atışlardaki skor değerlendirilmesi ISSF'in kurallarına uygun yapılmıştır. İyi atışlar 10.0-10.9, orta atışlar 9.0-9.9 ve kötü atışlar 8.9 ve altı skorları aralığında değerlendirilmiştir. Havalı tabanca yönetmeliğine uygun Olimpik yarışma standartlarında tabancalar kullanılmıştır (ebatlar, tetik ağırlığı, kabza özellikleri). Tüm atışlar SCATT analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. SCATT sistemi (ZAO SCATT, Zelanograd, Russia), sporculara kendi atışı ile ilgili doğru sonuçları elde etmesini sağlayıp, hedefle nişan sırasında neler olup bittiğini görmeye izin veren bilgisayar destekli eğitim sistemidir. Ölçümler kapalı bir ortamda, gürültüden arındırılmış, sesten ve elektromanyetik alanlardan izole bir mekânda oda sıcaklığında yapılmıştır.

2.4 EEG ÖLÇÜMLERİ

EEG ölçümlerinde (Micromed, SAM32RF1FCO model, İtalya) 32 kanallı, 128 hz örneklem hızında amplikatör ve SystemPlus Evolution Versiyon 1.04.98 yazılımı kullanılmıştır. Bütün elektrot impedansları otomatik olarak kontrol edilerek 10 kΩ'un altında olmasına özen gösterilmiştir. Kayıt sırasında cihazın filtre aralığı 0.53- 70 Hz, hızı 15 mm/sn olarak ayarlanmıştır. EEG elektrotları uluslararası 10-20 sistemine göre EEG pastası yardımıyla yerleştirilmiştir. Toprak elektrotu G1 alın bölgesine (Fpz bölgesine), referans elektrotu G2 (Fz ve Cz elektrotlarının ortasına) olarak yerleştirilmiştir. Kullanılan elektrotlar; O1, O2, P3, P4, Pz, T5, T4, T3 T6, C3, C4, Cz, F3, F4, Fz, F7, F8, Fp1, Fp2, A1, A2, G1, G2 elektrotlarından kayıt alınmıştır. F3, F4, Fz, P3, P4, Pz, O1 ve O2 kanallarından alınan EEG kayıtlarından alfa frekans bantı alfa1 (8-11 Hz) alfa 2 (12-14 Hz) aralığında incelenmiştir.

3. VERİLERİN ANALİZİ

Spektral EEG analizi için Matlab R2012b programı kullanılmıştır. 32 kanallı EEG cihazının 23 kanalından elde edilen ölçümler öncelikle Matlab altında çalışan EEGLAB ile analiz edilmiştir. Atış başlangıcı ve atış sonunu gösteren işaretlerin olduğu EEG kaydı üzerindeki artefaktlar (kas artefaktı, göz küresi hareketleri, göz kırpma, yutkunma gibi) temizlenmiştir. Tüm verinin içinden konsantrasyonun en yoğun olduğu, tetik düşme öncesi 1000 ms ve tetik düşme sonrası 1000 ms değerlendirilmiştir. Her sporcu için normalize edilen alfa gücü, gözler açık ve gözler kapalıyken, tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrası durumlarında incelenmiştir. Alfa gücü verileri toplam güç spektrumuna bölünerek veriler normalize edilmiş, birimsiz olarak ifade edilmiştir. Her katılımcının F3, F4, Fz, Pz, P3, P4, O1, O2 bölgelerinden alınan alfa güçlerinin (alfa 1 ve alfa2) iyi, orta- kötü atışlardaki durumu incelenmiştir. Ayrık Fourier Dönüşümü (AFD) kullanılarak spektrum analizi gerçekleştirilmiştir.

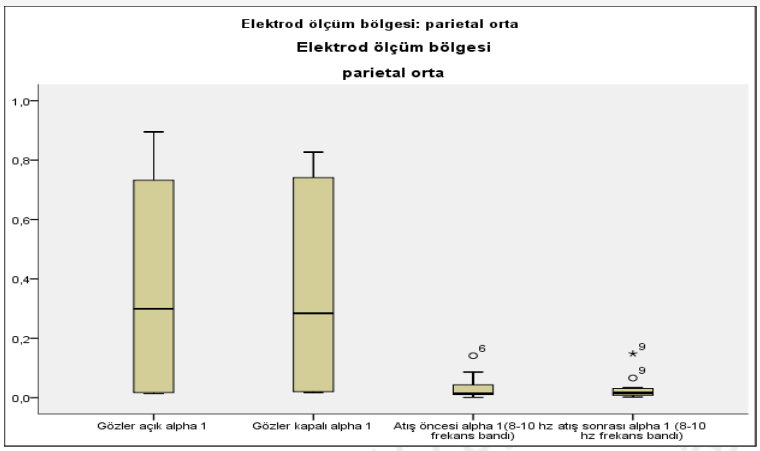
Çalışmada elde edilen bulgular SPSS 14.0 istatistiksel paket programıyla değerlendirilmiş ve tanımlayıcı istatistiksel metotları (ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler) ile birlikte katılımcı sayısının sınırlılığı nedeniyle EEG ölçümlerinin analizinde gözler kapalı ve gözler açık durumdaki alfa değerleri ile tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrasındaki alfa değerleri arasındaki farkın belirlenmesi için non-parametrik Friedman Testi kullanılmıştır. Performans değerlendirmesinde elektrot ölçüm bölgelerine göre iyi- orta ve kötü atışların tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrasındaki alfa değerleri arasındaki farklılıkların incelenmesi *Kruskall Wallis Testi* ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

Gruplar arası karşılaştırılma sonuçlarına göre frontal (F3, F4, Fz), pariyetal (P3, P4, Pz) ve oksipital (O1, O2) alanların her birindeki gözler kapalı, tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrasındaki alfa 1 ve alfa 2 değerlerinin sıralı ortalamaları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Karşılaştırılan 3 grup arasında sıralı ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

İyi-orta-kötü atışların gruplar arası karşılaştırılma sonuçlarına göre, frontal pariyetal ve oksipital alanlarda tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrasındaki alfa 1- alfa 2 değerlerinin sıralı ortalamaları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Şekil 1. P4 ölçüm bölgesine göre GA- GK- atış öncesi ve atış sonrası alfa 1 aktivitesi (Pariyetal alan)



Tablo 2. Frontal, pariyetal ve oksipital alanlardaki alfa 1 gücünün GK-tetik düşme öncesi-tetik düşme sonrası karşılaştırılması (Ort ±SS)

	F3	F4	Fz	P3	P4	Pz	O1	O2
GK	,028±0,01	,034±0,01	,025±0,01	0,369±0,30	,397±0,38	0,368±0,30	,422±0,29	,513±0,34
TDÖ	,021±0,03	,017±0,01	,012±0,01	0,066±0,15	,029±0,03	0,030±0,03	,069±0,06	,061±0,05
TDS	,023±0,02	,020±0,01	,011±0,01	0,025±0,02	,034±0,03	0,025±0,03	,058±0,04	,050±0,04
X^2	9,4	17,8	17,5	27,7	25,8	25	18,2	25,8
Sd	2	2	2	2	2	2	2	2
P	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo 3. Frontal, pariyetal ve oksipital alanlardaki alfa 1 gücünün GA-tetik düşme öncesi-tetik düşme sonrası karşılaştırılması (Ort ±SS)

	F3	F4	Fz	P3	P4	Pz	O1	O2
GA	,029±0,01	,032±0,01	,025±0,01	0,351±0,28	,423±0,49	0,360±0,32	,408±0,29	,487±0,35
TDÖ	,022±0,03	,017±0,01	,012±0,01	0,066±0,15	,029±0,03	0,030±0,03	,069±0,06	,061±0,05
TDS	,230±0,02	,020±0,01	,011±0,01	0,250±0,02	,034±0,03	0,025±0,03	,058±0,04	,050±0,04
X^2	10,9	10,6	20,8	23,5	25,8	20,8	14	20,8
Sd	2	2	2	2	2	2	2	2
P	0,004	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000

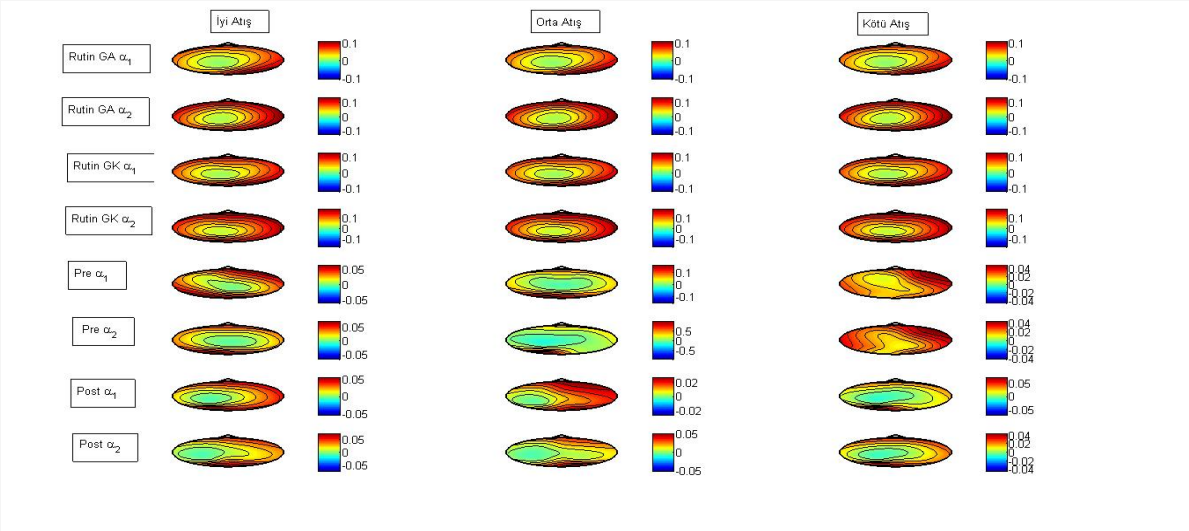
Tablo 4. Tetik düşme öncesi alfa 1 gücünün iyi-orta-kötü atışlardaki analizi

TDÖ	F3	F4	Fz	P3	P4	Pz	O1	O2
ış	-.0209	-.0173	-.0103	0356	0224	0304	099	061
Atış	-.0334	-.0106	-.0273	2703	-.0545	-.0487	-.0479	-.0552
Atış	-.0413	-.0141	-.0060	-.0207	-.0140	-.0199	-.0381	-.0548
P	0.486	0.691	0.518	0.636	0.727	0.927	0.366	0.343

Tablo 5. Tetik düşme sonrası alfa 1 gücünün iyi-orta-kötü atışlardaki analizi

S								
ış	258±.0279	237±.0189	1086±.0078	310±.0408	384±.0509	346±.0514	566±.0516	510±.0438
Atış	251±.0268	198±.0169	154±.0185	276±.0248	404±.0358	253±.0207	651±.0556	574±.0488
Atış	180±.0194	170±.0181	087±.0151	187±.0141	2586±.0194	158±.0088	524±.0373	438±.0325
	0.883	0.707	0.306	0.884	0.756	0.715	0.953	0.891

Şekil 2. Rutin EEG-TDÖ iyi, orta, kötü – TDS iyi, orta, kötü alfa güçlerinin topoğrafik haritası



Topoğrafik haritada rutin EEG ve iyi- orta- kötü atışlardaki alfa 1- alfa 2 gücünün beynin tüm bölgelerindeki dağılımı gösterilmiştir. EEG kayıtlarından normalize edilen alfa gücünün dağılımını görebilmek için 0- 0,5 arasında değişen renk cetveli kullanılmıştır. Her katılımcı için hazırlanmış topoğrafik haritalarda; rutin EEG'den elde edilen (gözler açık alfa 1, gözler açık alfa 2, gözler kapalı alfa 1, gözler kapalı alfa 2) ve tetik düşme öncesi (pre alfa 1, pre alfa 2)- tetik düşme sonrası (post alfa 1, post alfa 2) alfa güçlerinin iyi- orta- kötü atışlardaki dağılımları verilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada havalı tabanca atıcılarının atış performansını etkileyen fizyolojik değişimleri incelemek ve özellikle beyin aktivitesinin performansa etkisini araştırmak için SCATT atış simülatörü ile atış sırasında, spektral EEG analizi yapılmıştır. Rutin EEG'de değerlendirilen tüm bölgelerdeki alfa güçlerinin tetik düşme süreçlerinde azalmış olması, atış sürecinin dinlenik durumdan farklı olduğunu göstermiştir. Değerlendirmiş olduğumuz beyin bölgeleri olan F3, F4, Fz, P3, P4, Pz, O1, O2 alanları içinde özellikle pariyetal ve oksipital alanlardaki alfa güçlerinin belirgin azalışı, alfa gücündeki baskılanmayı işaret etmektedir. Sporcunun atışa odaklanması bu farklılaşmanın oluşmasındaki temel etkenlerden birisi olabilir. Dikkat ile ilgili bir görev sırasında alfa gücündeki azalmayı ortaya koyan araştırmalar, çalışmamızın bulguları ile paralellik göstermektedir (Ray ve Cole 1985, Pfurtscheller ve ark 1996).

Dinlenik durum ile atış performansı sırasındaki alfa güçleri arasında bir değişim olmasına rağmen tetik düşme öncesi ve tetik düşme sonrası alfa güçlerinde anlamlı bir farklılık olmaması dikkat çekicidir. Bu iki durum arasında bir farklılığın olmaması, konsantrasyonun tetik düşme öncesi başlayıp tetik düştükten sonraki süreçte de aynı yoğunlukta devam ettiğini gösterebilir niteliktedir.

Spor araştırmaları dışında dikkat süreçleriyle birlikte alfa gücünün azaldığını ortaya koyan birçok çalışma da sonuçlarımızı destekler niteliktedir (Bauer ve ark 2006, Palva ve ark. 2005, Womelsdorf ve Fries 2007, Fries ve ark. 2001, Müller ve Keil 2004). Laboratuvar koşullarında, SCATT bilgisayar destekli simülasyon sistemi kullanılarak 10 m havalı tabanca atıcılarıyla yapılan bir çalışmada, pariyetooksipital bölgede dinlenik ve uyanıklık sırasında maksimum güçte olan alfa gücünün, görsel hedeflerin varlığında bilateral olarak azaldığının bulunması, çalışmamızla parelellik göstermektedir (Percio ve ark. 2011). Çalışmamızda alfa güçleri F, P, O'da gözlenmiş olup pariyetooksipital alanda yüksek güçte gözlenmiştir.

Atış performansının başlamasıyla beraber artan konsantrasyon durumu, nöral aktivitenin artmış olabileceği hakkında fikir verebilir. Alfa gücündeki azalma, atış anındaki konsantrasyon ile kortikal iletişim arasında bir ilişkinin varlığını da ortaya koyan unsurlardan biri olabilir. Alfa gücünün pariyetooksipital alanda yoğun halde görülmesi ve azalışının bu alanlarda daha fazla olması, konsantrasyon sırasında pariyetooksipital alanda diğer beyin bölgelerine göre daha fazla kortikal iletişimin varlığına işaret etmektedir. Womelsdorf ve Fries (2007)'de dikkat ile ilgili süreçlerde nöral aktivitenin işlevsel bütünlüğü içinde alfa gücünün etkin bir rol oynadığını belirttikleri çalışmanın sonuçları, çalışmamız ile uyumludur.

Atış performansını değerlendirebilmek için, her bir atış iyi, orta ve kötü atış şeklinde atış skoruna göre sınıflandırılmıştır. Atış süreçlerinde alfa 1 ve alfa 2 güçlerinin farklı performans durumlarında (iyi, orta ve kötü) F, P, O'daki dağılımı, artış veya azalışı analiz edilmiştir. İyi, orta ve kötü atışlar arasındaki alfa 1 ve alfa 2 güçlerinde bir farkın olmaması dikkat çekicidir. Bu bulgular ışığında sadece konsantrasyonun atış performansını belirleyici bir unsur olmadığı düşünülebilir. Başarılı bir performans gösterebilmek için çok iyi konsantre olmak gerektiğini bu bulgulara bakarak söylemek güçtür. Uzun süre atış yapan sporcunun atış performansını sadece konsantrasyonu değil, tetik anındaki yorgunluğu, pozisyonu, kolunun duruşu, vücut salınımı gibi birçok etken olduğu söylenebilir. Vuillerme ve Nougier (2003) kassal yorgunluğun postural kontrolü kötüleştirici etkileri olduğunu bildirmiştir. Ball ve ark. (2003a) tüfek atıcılarında vücut salınımı arttıkça performansın azaldığını, Mononen ve ark. da iyi atıcılarda vücut salınımının çok daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (Mononen, Viitasalo, Era, & Konttinen, 2003) Uzun süreli atış performansı sonrasında yorgunluk, beklenen bir durumdur.

Performansın sonlarına doğru yorgunlukla beraber postural salınımın artması beklenebilir ve vücut salınımındaki artış, hedef üzerindeki odaklanmayı ve atış performansını etkileyebilir. Bu bulgular atış performası sırasında birçok fizyolojik mekanizmanın birlikte çalışması gerektiği gerçeğini ortaya koymaktadır.

Loze ve ark. (2001) atış öncesi oksipital ve anteriotemporal alanlardan alınan alfa gücünü inceleyerek, oksipital alandaki alfa gücünün en iyi atıştan önce belirgin arttığı, en kötü atıştan önce ise azaldığını bulmuştur. Görsel dikkatin, en iyi atış öncesi baskılandığı, en kötü atış öncesi ise arttığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda atışların en iyi ve en kötü atış şeklinde olmayıp iyi, orta ve kötü atışlar şeklinde sınıflanmış olması, değerlendirilen alfa aralıkları ile katılımcı profilinin farklı oluşu ve analiz edilen beyin bölgelerinin farklılığı, bulgularımızın çalışmanın sonuçlarının örtüşmemesini açıklayabilir.

Babiloni ve ark. (2008) golf sporcularıyla yaptığı çalışmasında başarılı ve başarısız atışları karşılaştırmıştır. Adı geçen çalışmada Fz, Cz, C3, C4 alanlarındaki alfa (8-12 Hz) ve beta (13-30 Hz) güçlerine bakılmıştır. Fz, C3 ve C4 alanlarındaki alfa gücünün, başarılı atışlarda başarısız atışlara göre daha küçük genlikte olduğunu belirtmiş ve başarılı atışlarda alfa salınımında güçlü bir azalma olduğunu bulmuştur. Babiloni çalışmasında alfa ve beta gücünü değerlendirmiş olması, tüm atışları başarılı ve başarısız şeklinde analiz etmesi çalışmamızın sonuçları ile farklı sonuç alınmasında etken olabilir. İyi, orta ve kötü atışlardaki alfa güçlerinde bir farklılığın olmaması, havalı tabanca atıcılığında başarılı bir performans gösterebilmek için çok iyi konsantre olmanın tek başına yeterli olmadığını gösterebilir. İyi, orta ve kötü atışlar arasında alfa güçlerinde farklılığın olmaması, görsel dikkatin baskılanıp baskılanmadığı ya da hedefe konsantre olma durumu hakkında, sadece alfa gücünü değerlendirerek yorum yapmayı zorlaştırmaktadır.

Her katılımcının dinlenik haldeki ve tetik düşme öncesi, tetik düşme sonrası dönemlerindeki alfa güçlerinin iyi-orta ve kötü atışlarına göre beynin tüm bölgelerindeki dağılımını görebilmek için ayrı ayrı topoğrafik haritaları oluşturulmuştur. Tüm haritalarda her katılımcı farklı elektrofizyolojik profiller sergilemesi dolayısıyla genelleme yapmak mümkün olmamıştır. Ball, Best ve Wrigley (2003b) 10 m havalı tabanca atıcılarında, laboratuvar koşullarında SCATT atış simülasyon sistemi ile yaptıkları çalışmalarında elit sporcuların performanslarını incelerken, bireysel analiz yapılmasının daha uygun olabileceği üzerinde durmuştur. Topoğrafik haritalarda alfa gücünün dağılımı hakkında genelleme yapılamaması, grup analizi yerine bireysel analizlerin önemine işaret etmektedir. Çalışmamızda analizi yapılan katılımcı sayısının az olması da genelleme yapmayı zorlaştırmaktadır; bu durum araştırmanın sınırlılığı içinde değerlendirilebilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada havalı tabanca branşında atışa yoğun bir şekilde konsantre olmanın, başarılı bir performans için tek başına yeterli olmadığı görüşü daha hakim olmuştur. Atış esnasında ölçülen spektral alfa gücü kişinin dinlenim durumundan uzaklaştığını gösterse de, atış performansıyla nasıl bir bağlantı olduğu açık değildir. Sporcuların bireysel olarak analiz edilmesinin grup analizinden elde edilecek verilere göre daha anlamlı sonuç verebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Altıntaş A, Akalan C. (2008). Zihinsel antrenman ve yüksek performans. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, VI (1) 39-43.

2. Babiloni C, Marzano N, Iacoboni M, Infarinato F, Aschieri P, Buffo P, Cibelli G, Soricelli A, Eusebi F, Percio CD. Resting state cortical rhythms in athletes: A high-resolution EEG study. *Brain Resource Bulletin* 2010, 81: 149–156

3. Babiloni C, Percio C.D, Iacoboni M, Infarinato F, Lizio R, Marzano N, Crespi G, Dassu F, Pirritano M, Gallamini M, Eusebi F. Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. The *Journal of Physiology 2008*, 586. 1. 131–139

4. Ball AK, Best JR, Wrigley TV. Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: Inter- and intra individual analysis. *Journal of Sport Sciences* 2003a, 21,559-566. Biomechanics Unit, Victoria University, Australia

5. Ball AK, Best JR, Wrigley TV. Inter- and intra individual analysis in elite sport: Pistol shooting. *J Appl Biomec* 2003b, 19, 28-38.

6. Bertollo M, Saltarelli B, Robazza C. Mental preparation strategies of elite modern pentathletes. *Psychology of Sport and Exercise 2009*, 10, 244-254.

7. Crews DJ, Landers DM. Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt. Med Sci Sports Exerc. Exercise and Sports Research Institute 1993, Arizona State University, Tempe, AZ.

8. Deeny SP, Hillman CH, Janelle MC and Hatfield BD. Cortico-corticalcommunication and superior performance in skilled marksmen: An EEG coherence analysis. *J Sport&Exercise Psychology 2003*, 25, 188-204.

9. Ertan H. The Analysis of Auditor Evoked Brain Potentials in Recurve Archery. METU Beden Eğitimi ve Spor Doktora Tezi 2007.(Danışman: Prof. Dr. Feza Korkusuz)

10. Erten K. Atıcılık Sporunda Zihinsel ve Fiziksel Performans 2007, Ankara

11. Handy TC. Brain Signal Analysis, Advances in Neuroelectric and Neuromagnetic Methods. The MIT Press Cambridge 2009, Massachusetts, London, England

12. Hung CL, Chang CW, Hung TM. Comparison of best and worst performance on EEG coherence in skilled dart players. National Taiwan Normal University, Taiwan

13. İskender T. Ateşli Tabanca Atıcılarına Uygulanan Özel Antrenmanların Bazı Motorik Özellikler Üzerine Etkisi. Gazi Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 2010, Ankara, (Danışman: Yrd. Doç.Dr. Latif Aydos)

14. Janelle C. M, Hillman C. H, Apparies R.J, Murray N.P, Meili L, Fallon E.A, Hatfield B.D. Expertise differences in cortical activation and gaze behavior during rifle shooting. *J Exercise Psychology 2000*, Vol 22(2) 167-182.(abstract)

15. Konttinen N, Landers DM, Lytinen H. Aiming routines and their electrocortical concomitants among competitive rifle shooters. *Scand J Med. Sci Sports* 2000, 10: 169-177.

16. Konttinen N, Lyytinen H, Era P. Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance. *J Motor Behavior 1999,* Vol. 31, No. 1, 11-20

17. Loze MG, Collins D, Holmes SP. Pre – shot EEG alfa – power reactivity during expert air-pistol shooting: A comparison of best and worst Shots, *J Sports Sci 2001,* 19, 727-733.

18. Teplan M. Fundamentals Of EEG Measurement. Measurement Science Review 2002;2;1-11.

19. Hawkins, R. N., & Sefton, J. M. Effects of stance width on performance and postural stability in national-standard pistol shooters. *J Sports Sci 2011*,, *29*(13), 37–41.

20. Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J., & Era, P. Relationships between postural balance , rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scand J Med Sci Sports 2007*, *17*, 180–185.

21. Mononen, K., Viitasalo, J. T., Era, P., & Konttinen, N. Optoelectronic measures in the analysis of running target shooting. Scand J Med Sci Sports *2003*, *13*, 200–207.

SAĞLIK KURUMLARINDA RİSK FAKTÖRLERİ

RISK FACTORS IN HEALTH INSTITUTIONS

Arş. Gör. Havva Nur ATALAY[1] **Prof. Dr. Recep YÜCEL[2]**

[1]Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-2805-1921

[2] Kırıkkale Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-4755-417X

ÖZET

Kurumlarda, çalışanların sağlıklı ve güvenli bir ortamda faaliyet göstermeleri için güvenlik kültürünün oluşturulması verimlilik ve etkililik açısından oldukça önemli görülmektedir. Örneğin güvenlik kültürünün oluşturulması, organizasyonlardaki risk faktörlerinin en aza indirilmesini, iş kazalarının azalmasını ve iş kazalarına bağlı olarak işgücü kaybının da azalmasını sağlamaktadır. Güvenlik kültürü tüm üretim ve hizmet işletmelerinde olduğu gibi sağlık hizmetlerinde de üzerinde durulması gereken bir konudur. Çünkü sağlık kurumlarının mevcut yapıları ve çalışma alanları göz önüne alındığında risk faktörleri oldukça fazla olan organizasyonlardır. Bu nedenle çalışmada, sağlık kurumlarında risk faktörlerinin neler olduğunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada literatür taraması yapılmıştır. Sağlık kurumlarında risk faktörleri belirlenerek güvenlik kültürünün oluşturulmasının katkılarının neler olduğu belirtileceği için alana katkı sağlayacağı ve çalışmanın öneminin burada oluştuğu düşünülmektedir. Çalışmada güvenlik kültürü, güvenlik iklimi, sağlık kurumları, risk ve risk faktörleri kavramları tanımlanarak sağlık kurumlarında risk faktörlerinin neler olduğu üzerinde durulmuştur. Yapılan literatür taraması sonucunda sağlık kurumlarında fiziksel, ergonomik, biyolojik, psiko sosyal ve kimyasal olmak üzere beş farklı risk faktörü belirlenmiştir. Ayrıca sağlık kurumlarında güvenlik kültürü algısının mevcut risk faktörlerini en aza indirdiği tespit edilmiştir. Sağlık kurumlarında risk faktörlerinin ele alındığı çalışmalar incelendiğinde, genel olarak sağlık çalışanlarının algılarının ölçüldüğü belirlenmiştir. Buna ek olarak risk faktörlerinin, iş stresi, işten ayrılma niyeti, güvenlik iklimi, güvenlik kültürü, yönetimin rolü, kalite yönetim sistemi, iş kazası ve meslek hastalıkları kavramları ile ilişkilendirildiği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir yandan, yetersiz denetimin, çalışanların işleri ile ilgili bilgi eksikliğinin, teknik donanım yetersizliğinin ve çalışma koşullarının sağlık kurumlarındaki risk faktörlerini artırdığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sağlık kurumlarında kalitenin de bir bileşeni olan çalışan güvenliğinin sağlanması için güvenlik kültürünün oluşturulması gerekmekle birlikte risk faktörlerinin mevcut olduğunu kabul ederek bu faktörlerin zararlarını önlemeye yönelik çalışmalar yürütülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Güvenlik kültürü, güvenlik iklimi, risk.

ABSTRACT

Establishing a safety culture in institutions so that employees can operate in a healthy and safe environment is considered very important in terms of efficiency and effectiveness. For example, the creation of a safety culture ensures that risk factors in organizations are minimized, work accidents are reduced and labor loss due to work accidents is reduced. Safety culture is an issue that should be emphasized in health services as well as in all production and service enterprises. Because, considering the existing structures and working areas of health institutions, they are organizations with quite a lot of risk factors. Therefore, in this study, it is aimed to investigate what the risk factors are in health institutions. For this purpose, a literature review was conducted in the study. In the study, the concepts of safety culture, safety climate, health institutions, risk and risk factors were defined and the risk factors in health institutions were emphasized. As a result of the literature review, five different risk factors were determined in health institutions as physical, ergonomic, biological, psychosocial and chemical. In addition, it has been determined that the perception of safety culture in health institutions minimizes the existing risk factors. When the studies on risk factors in health institutions were examined, it was determined that the perceptions of health workers were measured in general. In addition, it was concluded that risk factors are associated with the concepts of work stress, intention to leave, safety climate, safety culture, role of management, quality management system, work accident and occupational diseases. On the other hand, it has been determined that insufficient supervision, lack of information about the work of the employees, inadequacy of technical equipment and working conditions increase the risk factors in health institutions. In conclusion, while it is necessary to establish a safety culture in order to ensure employee safety, which is also a component of quality in health institutions, studies should be carried out to prevent the damage of these factors by accepting that there are risk factors.

Keywords: Safety culture, safety climate, risk.

GİRİŞ

Günümüzde çalışanların herhangi bir riskle karşı karşıya kalmadan iş ve faaliyetlerini yürütmesi, örgütlerin yönetiminde yöneticilerin en önemli sorumluluk ve yükümlülükleri arasında yer almaktadır. Zira huzur, güven ve iş barışı, iş yerindeki bir çalışanın iş ve sosyal yaşamında çok kayda değer rolü bulunmaktadır. Bu görüşlerin ışığında, işletme ve kurumların yönetimi, kurulmalarından itibaren örgüte ilişkin risk faktörlerini içeren bir risk planı dâhilinde; önceden ve özellikle risk yönetimi planlamasını hazırlaması ve gerektiğinde uygulaması gerekmektedir. Buna dayanarak da iş yerinde güvenlik kültürünün oluşturulması gerekmektedir. Güvenlik kültürü en yaygın olarak "Bireylerin ve grupların inançlarının, tutumlarının, yetkinliklerinin ve davranış kalıplarının sonucu" olarak anılır (Arzahan, Ismail ve Yasin, 2022, s.2). Bu yüzden güvenlik kültürü; çalışan, hasta ve tedavi gibi son derece hassas, sağlık hizmetlerini 24 saat kesintisiz uygulayan sağlık kurumları açısından ciddi, kritik ve üzerinde durulması gereken bir konudur.

Yapılan literatür taramasında sağlık kurumlarında fiziksel, ergonomik, biyolojik, psiko sosyal ve kimyasal olmak üzere beş farklı risk faktörü belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmada, sağlık kurumlarında risk faktörlerinin neler olduğu ve ne yönde etkilediği ve buna yönelik alınacak tedbirlerin neler olması gerektiği amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmada yapılan literatür taramasında, iş stresi, işten ayrılma niyeti, güvenlik iklimi, güvenlik kültürü, yönetimin rolü, kalite yönetim sistemi, iş kazası ve meslek hastalıkları kavramlarının risk faktörlerini etkilediği görülmüştür. Dolayısı ile çalışmada, bahse konu kavramlar ele alınarak sağlık kurumları bakımından ilişkisine ve rolüne değinilmektedir.

1.GÜVENLİK KÜLTÜRÜ

İşyerinde iyi bir güvenlik kültürünün sürdürülmesi, güvenliği artırmak için kullanılabilecek en etkili güvenlik yönetimi stratejilerinden biridir (Ahadzi, Afitiri ve Ahadzi, 2021, s.2). İşyerindeki iş kazaları, meslek hastalıkları ve sağlık sorunları hayatî öneme haiz risk faktörleri arasında yer almaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıkları, hem insan sağlığına zarar vermekte hem de hizmet kaybına neden olabilmektedir. Bunu önleyebilmek için eğitim çalışmalarının süreklilik kazanmasına ve sağlıklı çalışma koşullarının oluşturulmasına dikkat edilmelidir (Akalp ve Yamankaradeniz, 2013. s. 97).

Genel olarak örgütsel güvenlik kültürü, bir örgütün sağlık ve güvenlik unsurlarına bakış açısını belirtmektedir. Ayrıca güvenlik kültürü, çalışanların ve çalışma gruplarının güvenlik tutumlarının, davranışlarının, değerlerinin ve inançlarının bir birleşimidir (Ahadzi, Afitiri ve Ahadzi, 2021, s.2). Mearns ve Flin (1999, s.6-7) tarafından ise güvenlik kültürü, toplumsal kültürde bulunan ve çalışanların temel değerlerini, normlarını, varsayımlarını ve beklentilerini yansıtan kalıcı ve karmaşık bir özellik olarak tanımlanmıştır. Ayrıca güvenlik kültürünün oluşturulmasında hem fiziki güvenliğin hem de bilgi güvenliğinin sağlanması (Marşap ve ark., 2010) büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle değişen dünyaya adapte olarak güvenlik kültürü anlayışına bilgi güvenliği de eklenmelidir. Ayrıca hasta güvenliğini artırmak için sunulan yeniliklerin potansiyellerine gerçekten ulaşmasını sağlamak için temel bir kültür değişikliği

gereklidir (Nieva ve Sorra, 2003, s. 17). Bu noktada öncelikle güvenlik kültürünü oluşturmak için risk faktörlerinin ve risklerin neler olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

2. SAĞLIK KURUMLARINDA RİSK FAKTÖRLERİ

Sağlık kurumları, çalışan sağlığı ve güvenliği için önemli riskler taşıyan ortamlardır. Bu riskler, çalışan verimlilik ve performansını azaltırken iş ve meslek hastalıklarını arttırabilmektedir (Solmaz ve Solmaz, 2017, s. 147). Çalışanlar günün büyük bir kısmını 8 saat ile iş ortamlarında geçirmektedir. Bu zaman zarfında işyerinin özelliklerine bağlı olarak insan sağlığına zarar veren çeşitli iç hava kirleticilerine (inorganik ve uçucu organik bileşikler, biyolojik, fiziksel ve kimyasal maddeler gibi) maruz kalınmaktadır (Toprak ve Ark., 2013, s.1901-1902). İş Sağlığı ve Güvenliği'ne İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre hastaneler, "Çok tehlikeli işyeri" olarak adlandırılmaktadır. Sağlık sektöründe pek çok risk bulunmaktadır. Örneğin; alet yaralanmaları, kas-iskelet sistemi yaralanmaları, radyasyona maruz kalma gibi riskler bu kapsamda sayılabilmektedir (Solmaz ve Solmaz, 2017, s. 148). Amerikan Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü verisine göre: "Hastanelerde 29 çeşit fiziksel, 25 çeşit kimyasal, 24 çeşit biyolojik, 6 çeşit ergonomik ve 10 çeşit psiko-sosyal risk olduğunu bildirmiştir" (Akt.; Özkan ve Emiroğlu, 2006, s.44; Meydanlıoğlu, 2013, s.193). Çalışılan iş koluna dayalı olarak, işyerlerinde fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psiko sosyal risklerle karşılaşılmaktadır (Ağar, 2021, s.133). Bunlar kısaca şu şekilde açıklanabilmektedir:

a.Fiziksel risk faktörü: AB İş sağlığı ve Güvenliği Ajansı, fiziksel risk olarak ergonomik riskler, aşırı fiziksel güç veya tekrarlayan manuel işleri, araç ve bisiklet kazalarını, kaymalar, takılmalar ve düşmeleri, işyeri şiddetini, aşırı hava sıcaklarına maruz kalmayı, tehlikeli maddelere veya biyolojik materyallere maruz kalmayı saymaktadır (EU-OSHA,2022, s.15).

b.Ergonomik risk faktörü: Ergonomik risklere, sağlık, inşaat, maden, tarım, imalat ve tekstil sektörlerinde yoğun şekilde bulunmaktadır (Aksüt, Eren ve Tüfekçi, 2020, s.169). Ergonomik risk faktörleri (Ergonomic Risk Factors) kötü duruşlar, tekrarlayan çalışmalar, günde 8 saatten fazla süren çalışmalar nedeniyle meydana gelen Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları (Musculoskeletal Disorder, MSDs) ile ilişkili risklerdir (Mulyati ve ark., 2019, s.1-2). Ergonomik risklere önem verildiğinde, motivasyonu artırarak; üretimi, kaliteyi ve verimliliği yükselterek kurumlara anlamlı katkı sağlamaktadır (Aksüt, Eren ve Tüfekçi, 2020, s.169).

c.Biyolojik risk faktörü: "Biyolojik riskler denilince virüsler, mantarlar, bakteriler, diğer mikroorganizmalar ve bunlarla ilişkili toksinler gibi etmenler gelmektedir. Biyolojik riskler, çalışan sağlığını alerjik tepkilerden ölüme kadar uzanan boyutlarda sonuçlara yol açabilmektedir" (Occupational Safety and Health Administration, 2022).

Biyolojik risklerle ilgili Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 15.06.2013 tarihli 28678 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Biyolojik Faktörlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi" Hakkında Yönetmeliğe göre biyolojik etkenler şu şekilde tanımlanmaktadır:

"Herhangi bir enfeksiyona, alerjiye veya zehirlenmeye neden olabilen, genetik olarak değiştirilmiş olanlar da dâhil mikroorganizmaları, hücre kültürlerini ve insan endoparazitlerini; hücre kültürü: Çok hücreli organizmalardan türetilmiş hücrelerin in–

vitro olarak geliştirilmesini; mikroorganizma: Genetik materyali replikasyon veya aktarma yeteneğinde olan hücresel veya hücresel yapıda olmayan mikrobiyolojik varlığı ifade eder."

İşyerlerinde biyolojik risklere en çok maruz kalan sağlık çalışanlarıdır (Ağar, 2021, s.133). Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın 15.06.2013 tarihli 28678 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Biyolojik Faktörlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi" Hakkında Yönetmeliğe göre biyolojik etkenler, enfeksiyon risk düzeyine göre aşağıdaki 4 risk grubunda sınıflandırılmaktadır:

"a) Grup 1 biyolojik etkenler: İnsanda hastalığa yol açma ihtimali bulunmayan biyolojik etkenler.

b) Grup 2 biyolojik etkenler: İnsanda hastalığa neden olabilen, çalışanlara zarar verebilecek, ancak topluma yayılma olasılığı olmayan, genellikle etkili korunma veya tedavi imkânı bulunan biyolojik etkenler.

c) Grup 3 biyolojik etkenler: İnsanda ağır hastalıklara neden olan, çalışanlar için ciddi tehlike oluşturan, topluma yayılma riski bulunabilen ancak genellikle etkili korunma veya tedavi imkânı olan biyolojik etkenler.

ç) Grup 4 biyolojik etkenler: İnsanda ağır hastalıklara neden olan, çalışanlar için ciddi tehlike oluşturan, topluma yayılma riski yüksek olan ancak etkili korunma ve tedavi yöntemi bulunmayan biyolojik etkenler."

d. Psiko sosyal risk faktörü: İş dünyasında, psiko sosyal riskler, çalışan sağlığı, güvenliği ve refahında önemli düzeyde tehditler oluşturmaktadır. AB İş sağlığı ve Güvenliği ajansı, kronik stres, depresyon, tükenmişlik ve toplumsal maliyetlere kadar uzanan sonuçlarla değerlendirilmektedir (Met, 2016, s. 95). AB İş sağlığı ve Güvenliği Ajansı (2022), psikolojik risk olarak aşırı iş yükü, uzun çalışma saatleri, tecrit etme, psikolojik şiddet, sözlü taciz ve tacizi saymaktadır (EU-OSHA, 2022, s.15). Günümüzde bazı psiko sosyal riskleri önleme amaçlı yasal girişimler bulunmaktadır. Örneğin, "Mobbing Genelgesi", "Psikolojik Taciz ve Şiddetle Mücadele Kurulu", "Alo 170 Hattı" bunlar içerisinde sayılabilmektedir. Türkiye'de sağlık sektöründeki psiko sosyal risklerin nedenleri kapsamında, bireysel faktörlerden, kurum kültüründen, kötü yönetim tarzından kaynaklandığı belirtilmektedir (Met, 2016, s. 95). AB İş sağlığı ve Güvenliği Ajansı (2007), psikolojik risk kapsamında 10 tehlike alanı tespit etmişlerdir. Bunlar (EU-OSHA, 2007, s. 27):

- "İstikrarsız işgücü piyasası bağlamında güvencesiz sözleşmeler,
- Küreselleşme bağlamında artan işçi kırılganlığı,
- Yeni ş sözleşmeleri şekli,
- İş güvensizliği hissi,
- Yaşlanan işgücü,
- Uzun çalışma saatleri,
- İş yoğunlaşması,
- Yalın üretim ve dış kaynak kullanımı,
- İşyerinde yüksek duygusal talepler,
- İş-yaşam dengesizliği olarak" sıralanmıştır.

e)Kimyasal risk faktörü: Sağlık personelinin karşılaştığı riskler deterjanlar, dezenfektanlar, antiseptikler, anestezik maddeler, anestetik gazlar, sterilizasyon malzemeleri, kimyasal sterilize

ajanlar, tuzlar, boyalar, uçucu organik solventler, ilaçlar, laboratuvarlarda kullanılan asit ve alkaliler, laboratuvarlarda bulunan çeşitli kimyasal maddeler ve eldiven, turnike gibi bir çok tıbbi malzemenin yapısında bulunan lateks olarak belirtilebilir. Bunun yanı sıra kimyasal risk altında olduğu temel ajanlar içerisinde solvent, anestezi, antineoplastik ilaçlar ve metal sayılabilmektedir (Akgün, 2015, s.68-72; Aktürk ve Karadağ, 2020, s.2; Ağuş ve Akbel, 2020, s.232; Meydanlıoğlu, 2013, s.193).

Yukarıda belirtilen risk faktörlerine en olarak, sağlık kurum ve kuruluşlarındaki risk faktörleri sıralamasına Beuzekom ve ark., (2010) tarafından yapılan sınıflandırma de eklenebilmektedir. Bu sınıflandırma Çizelge 1'de yer almaktadır.

Çizelge 1. Sağlık kurumlarında gizli risk faktörleri

Gizli risk faktörleri	İçerik
Ekipman, tasarım ve Bakım	Makinelerin mevcudiyeti, işleyişi, tasarım standardizasyonu ve bakımı
Personel	Yeterli personel, beceriler
İletişim	İşe yönelik iletişim, açıklık, karşılıklı ilişki, atmosfer
Eğitim	Makineler, prosedürler ve ekip için eğitim
Takım çalışması ve takım eğitimi	Takım performansı
Prosedürler	Yasal kuralların varlığı ve bu kurallara uyulması
Durumsal farkındalık	Mevcut durum, bireysel görevler ve gelecekteki gelişmeler hakkında farkındalık
Uyumsuz hedefler	Amaçlar ve güvenlik arasındaki denge
Planlama ve kontrol	Bakım süreci
Temizlik	Hijyen

Kaynak: Beuzekom ve ark., (2010) kaynağından uyarlanmıştır.

2.1. Risk Faktörlerinin Sağlık Kurumları Üzerindeki Rolü

Çağımızda örgütlerin yönetiminde; 8 ve bazen daha uzun bir süresini kapsayan iş yeri ortamı ve koşulları, çalışanın yaşamının oldukça önemli bir zamanını almaktadır. Bu süreçte zorunlu olarak çalışanlar, bir takım risk faktörleri ile de karşı karşıya kalmaktadırlar. Şüphesiz böylesi faktörler içinde en önemlisi stres olarak kabul edilmektedir. Ancak, günümüzde çalışan iş ve sosyal konumunda stres ile yaşamak durumunda kalmaktadır. Hatta yönetilebilir bir stres düzeyi, çalışanda performans yarattığı hakkında mutabakat sağlanmış bir görüştür. Dolayısı ile bu kadar süreyi çalışan iş yerinde harcarken, işin kendisi, çalışan ilişkileri ve yöneticinin davranışları hakkında stresle yüz yüze kalmaktadır.

Özellikle günümüzde, iş yerinde; verilen molaların yetersiz olması, dengesiz çalışma saatleri, görevle ilgili verilen sürelerin yetersizliği, görev tanımlarının yetersizliği, hiyerarşik sorunlar, örgütleme ilkeleri hakkında sorunlar, yöneticilerden kaynaklanan sorunlar, teknolojik sorunlar, iş yerinde uygulanan açık ya da gizli mobingler, is etiği, iş ya da kariyer gelişimi ilgili sorunlar ve işyerindeki fizyolojik sorunlar işyerindeki stresin oluşmasına neden olmaktadır. Konuya ile

ilgili literatür taramasına bakılarak, 24 saat ve vardiyalı esasına dayalı mesai sistemi ile çalışan sağlık kurumlarında, risk faktörlerine yönelik uygulamaların eksik, hatalı ya da ihmali; iş stresi, işten ayrılma niyeti, iş kazası ve meslek hastalıklarına neden olmaktadır (Uğraş Dikmen ve ark., 2014). Ayrıca bu durum; güvenlik iklimi, güvenlik kültürü, yönetimin rolü ve kalite yönetim sistemine olan ihtiyacı ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

3. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Sağlık kurum ve kuruluşları, bireylerin sağlığının korunması ve geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu amacı güden sağlık kurum ve kuruluşları aynı zamanda hem hastalar hem de çalışanlar için risk barındırmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada sağlık kurumlarındaki bu risklerin neler olduğu, güvenlik kültürü ile bağlantısını inceleyen bir literatür taraması yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda sağlık kurumlarında fiziksel, biyolojik, ergonomik, psiko sosyal, biyolojik ve kimyasal olmak üzere beş farklı risk türünün olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür taraması doğrultusunda sağlık kurumlarında güvenlik kültürünün bu risk faktörlerinin olumsuz sonuçlarını en aza indireceği tespit edilmiştir (Cox ve Flin,1998; Ahadzi, Afitiri ve Ahadzi, 2021; Gökçe, 2020).

Literatür taranarak oluşturulan bu çalışmadan hareketle gelecekte sağlık kurumlarındaki risk faktörlerinin yönetimi ve güvenlik kültürünü birlikte ele alan araştırmaların yapılması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda gerek sağlık çalışanları ile gerekse hastalar ile çift yönlü çalışmalar yapılabilir. Ayrıca sağlık kurum ve kuruluşlarındaki yöneticilere bu riskleri en aza indirmek için büyük görev düşmektedir. Bu nedenle yöneticilerin belirli aralıklarla düzenleyeceği toplantılarda güvenlik kültürünün benimsetilmesi ve güvenlik kültürüne dikkat çekilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ağar, A., (2021). Çalışma Hayatında Biyolojik Risk Faktörleri ve Covid-19, Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 3(2), s.133-140.

Ağuş, M. ve Akbel, E., (2020). Sağlık Çalışanlarında Fiziksel Risk Etmenlerinin Değerlendirilmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi, 3,3,s. 230-237.

Ahadzi, D. F., Afitiri, A.-R., ve Ahadzi, E. (2021). Organizational safety culture perceptions of healthcare workers in Ghana: A cross-sectional interview study. International Journal of Nursing Studies Advances, 3, 100020. doi:10.1016/j.ijnsa.2021.100020.

Akalp, G. ve Yamankaradeniz, N., 2013, İşletmelerde Güvenlik Kültürünün Oluşumunda Yönetimin Rolü ve Önemi, Sosyal Güvenlik Dergisi, 3, 2, s. 96-109.

Aksüt, G., Eren, T. ve Tüfekçi, M., (2020). Ergonomik Risk Faktörlerinin Sınıflandırılması: Bir Literatür Taraması, Ergonomics 3(3), s. 169- 192.

Aktürk S. ve Karadağ, F., (2020). Fiziksel Risk Etmenlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi ve Uygulamaya İlişkin Bir Örnek, Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39, 3, s.1-8.

Arzahan, I.S.N., Ismail, Z. ve Yasin, S.M.,(2022). Safety Culture, Safety Climate, and Safety Performance in Healthcare Facilities: A Systematic Review, Safety Science, March 105624,https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753521004641, Erişim Tarihi: 08.09.2022.

Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, 28678, 15 Haziran 2013,https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130615-3.htm, Erişim Tarihi: 09.09.2022.

Cox, S. J. & Cheyne, A.J.T. (2000). Assessing Safety Culture in Offshore Environments, Safety Science, 34, p. 111-129.

EU-OSHA (2007), European Agency for Safety and Health at Work, Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational health and safety, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007, https://osha.europa.eu/en/publications/report-expert-forecast-emerging-psychosocial-risks-related-occupational-safety-and-health-osh, Erişim Tarihi: 08.09.2022.

EU-OSHA (2012), European Agency for Safety and Health at Work, Management of occupational safety and health: analysis of data from the European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER), Publications Office of the European Union, Luxembourg, https://osha.europa.eu/en/ Erişim Tarihi: 08.09.2022.

EU-OSHA (2022), European Agency for Safety and Health at Work, Digital platform work and occupational safety and health: overview of regulation, policies, practices and research

European Agency for Safety and Health at Work, https://osha.europa.eu/en/publications/digital-platform-work-and-occupational-safety-and-health-overview-regulation-policies-practices-and-research Erişim Tarihi: 08.09.2022.

Gökçe, A. (2020). İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından İş Güvenliği Kültürünün Önemi Üzerine Bir Odak Grup Çalışması. Ergonomi, 3(2), s. 82-95.

Mearns, K.J., Flin, R. (1999) Assessing the state of organizational safety—culture or climate?. Current Psychology, 18, s.5-17. https://doi.org/10.1007/s12144-999-1013-3.

Met, Ö.L. (2006). Çalışma Yaşamında Psikososyal Risklere Proaktif Bir Yaklaşım: Örgütsel Ombudsmanlık Modeli, Sosyal Bilimler Dergisi, 49, s.95-114.

Meydanlıoğlu, A. (2013).“Sağlık çalışanlarının sağlığı ve güvenliği”. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(3), s.192-199.

Mulyati, G., Maksum, M., Purwantana, B., ve Ainuri, M. (2019). Ergonomic risk identification for rice harvesting worker. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 355(1), https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/355/1/012032/pdf, Erişim: 08.09.2022.

Nieva, V. F., ve Sorra, J. (2003). Safety culture assessment: a tool for improving patient safety in healthcare organizations. BMJ quality & safety, 12(2), s. 17-23.

Occupational Health and Safety Administration. (2022). Biological Agents, https://www.osha.gov/biological-agents, Erişim: 09.09.2022.

Özkan, Ö. ve Emiroğlu, O.N., (2006). Hastane Sağlık Çalışanlarına Yönelik İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Hizmetleri, C.Ü. Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 10 (3), s.43-51.

Seval Akgün, S., (2015), Sağlık sektöründe iş kazaları, Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2,2, s.67-75.

Solmaz, M. ve Solmaz, T., (2017). Hastanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, GÜSBD, 6(3), s.147-156.

Uğraş Dikmen, A., Medeni, V., İrem, U. S. L. U., Altun, B., & Aycan, S. (2014). Ankara’da Bir Üniversite Hastanesinde Çalışan Sağlık Personelinin Geçirdiğini İfade Ettiği İş Kazalarının Değerlendirilmesi, TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 14(53), s. 22-29.

Toprak, M., Gürsoy, G., Demiral, Y., Çımrın, A. ve Sofuoğlu, S.C. (2013). Üniversite Laboratuvarlarında İç Hava Kalitesi ve Çalışanların Mesleksel Risk Etmenleri, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İç Hava Kalitesi Sempozyumu, 17/20 Nisan, İzmir, s.1901-1914.

SAĞLIK KURUMLARINDA HASTA GÜVENLİĞİ VE LİDERLİK: İÇERİK ANALİZİ

PATIENT SAFETY AND LEADERSHIP IN HEALTH INSTITUTIONS: CONTENT ANALYSIS

Prof. Dr. RECEP YÜCEL[1] **Arş. Gör. HAVVA NUR ATALAY[2]**

[1] Kırıkkale Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-4755-417X

[2] Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-2805-1921

ÖZET

Sağlık kurum ve kuruluşlarında birçok risk faktörü (kimyasal, ergonomik, psiko sosyal gibi) mevcuttur. Bu sebeple sağlık kurumlarında hem çalışan güvenliğinin hem de hasta güvenliğinin oluşturulması oldukça önem taşımaktadır. Güvenliğin sağlanması için ilk olarak her düzeydeki liderlerin güvenlik kültürünü ve insanların verimlilikten daha önemli olduğunu benimsemeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı sağlık kurumlarında hasta güvenliği ve liderlik ile ilgili bir içerik analizi yapmaktır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olan içerik analizi ile içerik analizinin alt tekniklerinden olan sıklık ve frekans analizleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında 2010-2022 yılları arasında İngilizce dilinde yazılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Veri tabanı olarak Web of Science ve Science Direct kullanılmış olup bu veri tabanlarında "patient safety" and "leadership" anahtar kavramları kullanılarak tarama yapılmıştır. Bu doğrultuda İngilizce dilinde yazılan, 2010-2022 yılları arasında yayınlanan ve açık erişim olan araştırma makaleleri çalışmaya dâhil edilmiştir. Yapılan taramada elde edilen kitap bölümleri, editöre mektup, bildiri özetleri ve tam metin bildiriler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. İlk yapılan taramada 280 çalışmaya ulaşılmış fakat dâhil edilme ve dışlanma kriterlerine göre Web of Science veri tabanından 13 adet Science Direct veri tabanından 7 makale olmak üzere toplam 20 çalışma analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda hasta güvenliği ve kültür ile ilgili yapılan çalışmaların 2020 yılına kadar benzer eğilimde (n=1-2) gitmekte olduğu fakat 2020 yılında artış gösterdiği (n=6) belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların türüne bakıldığında ise çalışmaların en çok nicel yöntem kullanılarak yapıldığı en az ise karma yöntem kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalara bakıldığında hasta güvenliği ve liderlik ile en çok dönüşümcü liderliğin (n=5) ele alındığı bunu takiben tükenmişliğin (n=2), çalışma koşullarının (n=1), iş tatminin (n=1), işe bağlılığın (n=1) geldiği tespit edilmiştir. Bu noktada hasta güvenliği ve liderliğin, çalışan psikolojisini ilgilendiren birçok kavramla birlikte araştırıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liderlik, hasta güvenliği, sağlık kurumları, içerik analizi.

ABSTRACT

There are many risk factors (such as chemical, ergonomic, psychosocial) in health institutions and organizations. For this reason, it is very important to establish both employee safety and patient safety in health institutions. To ensure safety, leaders at all levels must first embrace a

culture of safety and that people are more important than productivity. In this direction, the aim of the study is to make a content analysis about patient safety and leadership in health institutions. Content analysis, which is one of the qualitative research methods, and frequency and frequency analysis, which is one of the sub-techniques of content analysis, were used in the study. Within the scope of the research, studies written in English between the years 2010-2022 were examined. Web of Science and Science Direct were used as the database, and these databases were searched using the key concepts of "patient safety" and "leadership". In this direction, open access research articles written in English, published between 2010-2022, were included in the study. Book chapters, letters to the editor, abstracts and full-text papers obtained from the scan were excluded from the study. In the first search, 280 studies were reached, but according to the inclusion and exclusion criteria, a total of 20 studies, including 13 articles from the Web of Science database and 7 articles from the Science Direct database, were analyzed. As a result of the analyzes, it was determined that studies on patient safety and culture had a similar trend (n=1-2) until 2020, but increased in 2020 (n=6). Looking at the type of studies, it was concluded that the studies were mostly done using quantitative methods and the least mixed method was used. In addition, when the studies are examined, it has been determined that patient safety and leadership and transformational leadership (n=6) are mostly discussed, followed by burnout (n=2), working conditions (n=1), job satisfaction (n=1) and job commitment (n=1). At this point, it has been determined that patient safety and leadership are investigated together with many concepts related to employee psychology.

Keywords: Leadership, patient safety, healthcare institutions, content analysis.

1.GİRİŞ

21. yüzyılda sağlık hizmetleri sisteminde iyileştirilmesi gereken noktalar Institute of Medicine tarafından; güvenli bir sağlık hizmeti (hasta güvenliği), etkili sağlık hizmeti, hasta odaklı sağlık hizmeti, zamanında verilen sağlık hizmeti, etkili sunulan sağlık hizmeti ve eşit dağılım olarak belirtilmiştir. Mevcut araştırmanın konusu da bu amaçlardan biri olan hasta güvenliği ve liderlikten oluşmaktadır. Kuruluşlar hasta güvenliğine değer verdiğinde, kuruluşun başarılı olması için bu değerlerin hasta bakım düzeyine kadar uzanması gerekir (Merrill, 2015). Bu sürecin gerçekleştirilebilmesi için de iyi bir liderlik gereklidir. Çünkü hasta güvenliğinin sağlanması tartışmasız üst yönetimin sorumluluğudur. Diğer bir deyişle, başhekim, hastane yöneticisi, kalite konseyi ve yürütme kurulu hasta güvenliğini temel alan bir yaklaşım benimsemelidir (Tak, 2010).

Hasta güvenliğinde, hastaları, hasta yakınlarını ve çalışanları hem fiziksel hem mental açıdan pozitif yönde etkileyecek ortamın oluşturulması ve güvenliğin sağlanması esas amaçtır (Hakverdioğlu Yönt, 2011). Literatürde hasta güvenliği ve güvenlik kültürü ile ele alınan birçok liderlik türü vardır. Örneğin, Seljemo ve ark., (2020)'a göre dönüşümcü liderlik daha yüksek düzeyde hasta güvenliği kültürü ve genel hasta güvenliği algısı ile pozitif olarak ilişkilidir. Merrill (2015) tarafından yapılan bir çalışmada ise dönüşümcü liderlik tarzının hasta güvenliği

iklimine katkı sağladığı belirlenirken, bırakınız yapsınlar tarzı liderliğin güvenlik iklimini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Bu doğrultuda çalışmada sağlık kurumlarında hasta güvenliği ve liderlik ile ilgili bir içerik analizi yapmak amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

Araştırmanın kapsamında 2010-2022 yılları arasında çalışmalara "patient safety" ve "leadership" anahtar kavramları kullanılarak erişim sağlanmıştır. Yapılan ilk taramada toplam 280 çalışmaya ulaşılmış ancak araştırmaya dâhil edilme ve dışlanma kriterleri uygulandığında Web of Science veri tabanından 13, Science Direct veri tabanından 7 makale olmak üzere toplam 20 çalışma analiz edilmiştir. Ulaşılabilen çalışmalar içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir.

2.1. Verilerin Analizi

İçerik analizi, bir mesajda (kitap, makale, video, fotoğraf vb.) neyin bulunduğunun ve ne anlatıldığının analiz edilmesidir (Prasad, 2008, s.2). Ayrıca içerik analizi, kelimelerin veya görsellerin tekrarlarının yeniden kategorize edilerek sıklıklarının belirlenip veri gruplandırmak için de kullanılmaktadır (Stemler, 2000). Bu doğrultuda çalışmada yapılan içerik analizi sonucunda ulaşılan bulgular çizelge, şekil ve grafik olarak verilerek frekans yöntemi ile yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde çalışma kapsamında yapılan analiz doğrultusunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen çalışmaların yayımlanma yılları

Yıl	Frekans (Sıklık)
2010	2
2011	0
2012	0
2013	1
2014	2
2015	1
2016	1
2017	1
2018	2
2019	1
2020	6
2021	3
2020	0

İncelenen çalışmaların yayımlanma yılları bakıldığında artan bir eğilim gösterdiği fakat en çok çalışmanın 2020 yılında (n=6) yapıldığı tespit edilmiştir. COVID-19 pandemisinin ortaya çıkması ve hem hasta güvenliğinin hem çalışan güvenliğinin öneminin daha çok anlaşılmasının bu artış ile ilişkilendirilmesi mümkündür.

Çizelge 2. Sağlık Hizmetlerinde Hasta Güvenliği ve Liderlik ile İlişkilendirilen Konular

Yazar	İlişkilendirilen Kavram	Amaç	Sonuç
Ginsburg ve ark., (2010)	Kurumsal liderlik, öğrenme	Çalışmada hasta güvenliği için kurumsal liderlik ile hasta güvenliğinin beş öğrenme türü arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmaktadır.	Hasta güvenliği liderliği ile hasta güvenliği davranışları arasında bir ilişki tespit edilmiştir. Liderliğin gerçekleşmesi için etkileşimin daha çok olduğu küçük sağlık kuruluşlarında resmi liderliğin daha etkili olduğu ve güvenlik kültürünün oluşmasının daha kolay olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Goeschel ve ark., (2010)	Kalite iyileştirme	Sağlık kurum ve kuruluşlarındaki kurulların ve sağlık personelinin lider olarak iş birliği yapma fırsatlarını tanımlamak amaçlanmaktadır.	Sağlık kurum ve kuruluşlarındaki kurulların sağlık personelleri ile iş birliği içerisinde olmaları sonucunda hasta güvenliğinin daha kolay sağlanacağı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kurullar tarafından hasta güvenliği eğitimi verilerek bu sürece liderlik edilmesi gerektiği de vurgulanmıştır.
Kuo ve Robb (2013)	-	Çalışmada, ortopedik cerrahide hasta güvenliğinin kapsamını açıklamak ve çağdaş sağlık sistemlerinde bir güvenlik kültürü oluşturmak için ortopedik cerrahların ihtiyaç duyduğu liderlik rollerini belirlemek amaçlanmaktadır.	Sonuç olarak altı temel cerrahi güvenlik unsuru tanımlanmıştır. Bunlar: iletişim, onay, kontrol listeleri, doğrulama, konsantrasyon ve toplamadır. Ayrıca bu güvenlik unsurlarının yerine getirilebilmesi için işbirlikçi liderlik tarzının benimsenmesi gerekliği vurgulanmıştır.
Sexton ve ark., (2014)	Tükenmişlik	Çalışmada, hasta güvenliği kültürü, sağlık çalışanı tükenmişliği ve liderlik türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.	Liderlik, hasta güvenliği ve tükenmişlik arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Liderlerin geribildirimlerinin hasta güvenliğini artırdığı ve tükenmişliği azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Lim ve ark., (2014)	-	Çalışmanın amacı, Hasta Güvenliği Gezintisi Programı (PSLWA)'nın Singapur'daki Tan Tock Seng Hastanesi'nde hasta güvenliği kültürünü	Çalışma sonucunda PSLWA'nın, hasta zarar görmeden önce gizli hataları ortaya çıkarmak için iyi bir araç olarak hizmet ettiği belirlenmiştir. Ayrıca

		geliştirmedeki etkinliğini araştırmaktır.	PSLWA'nın doğru bir şekilde uygulanırsa, hastane ortamında liderliğin dâhil edilmesi, hasta güvenliği konularının belirlenmesi ve hasta güvenliği kültürünün desteklenmesi için etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Zaheer ve ark., (2015)	Katılımcı liderlik, Raporlama kolaylığı, Birim açıklık normları	Çalışmanın amacı; katılımcı liderliğin, raporlama kolaylığının ve birim açıklık normlarının sağlık kuruluşlarında hasta güvenliği iklimine ilişkin personel algılarını nasıl etkilediğini ayrıntılı olarak incelemektir.	Sonuçlar, katılımcı liderliğin, raporlama kolaylığının ve birim açıklık normlarının hasta güvenliğini önemli miktarda açıkladığını göstermektedir.
Kristensen ve ark., (2016)	Etik	Çalışmada, Danimarka'da bir psikiyatri bölümünde bir liderin müdahalesinden önce ve sonra personelin hasta güvenliği kültürü algılarını araştırmayı amaçlamaktadır.	Çalışma sonucunda liderliğin güçlendirilmesinin hasta güvenliği kültürünün iyileştirilmesi için önemli bir katalizör görevi görebileceği tespit edilmiştir.
Weng ve ark., (2017)	İş tatmini, Çalışma iklimi, Çalışma koşulları	Çalışmada, sağlık personelinin yönetim liderliği algısının güvenlikle ilgili temel boyutlar (ekip çalışması iklimi, iş tatmini ve çalışma koşulları) ile güvenlik iklimini nasıl etkilediğini ölçmek amaçlanmaktadır.	Çalışmada yönetim liderliğinin önemi tespit edilmiş ve güvenlik iklimi üzerinde pozitif olarak anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Sexton ve ark., (2018)	Geri bildirim, Tükenmişlik, Çalışan katılımı İş-yaşam dengesi	Çalışmada, liderlik ile güvenlik kültürü, çalışan bağlılığı, tükenmişlik ve iş-yaşam dengesi gibi alanlar arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmaktadır.	Çalışmanın sonucunda liderliğin güvenlik kültürünü sağladığı, tükenmişliği azalttığı, çalışanların bağlılığını artırdığı tespit edilmiştir.
Boamah ve ark., (2018)	Dönüşümcü liderlik, iş tatmini	Bu çalışmanın amacı, hemşire yöneticilerin dönüşümcü liderlik davranışlarının iş tatmini ve hasta güvenliği çıktıları üzerindeki etkilerini araştırmaktır.	Çalışmada, yöneticilerin dönüşümcü liderlik davranışlarını; hastalar ve hemşireler için daha güvenli koşulları yaratmada yararlı bir strateji olarak kullanabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu durumun hemşirelerin iş tatminini artıracağı da belirtilmiştir.
VanGraafeiland ve ark., (2019)	Yenilikçilik	Johns Hopkins Hemşirelik Okulu'nda Hasta Güvenliği ve Kalitesinin Geliştirilmesi için Helene Fuld Liderlik Programı, bir akademik-klinik hizmet ortaklığı geliştirmiştir. Bu programın etkisinin ve başarısının araştırılması	Sonuç olarak, bu yenilikçi akademik klinik ortaklık, aktif öğrenci katılımı yoluyla hasta güvenliği ve kalite geliştirme liderliği kavramlarını etkin bir şekilde desteklemektedir

		çalışmanın amacını oluşturmaktadır.	
Ree (2020)	Dönüşümcü liderlik, Çalışma ortamı	Araştırmanın amacı, dönüşümcü liderlik, iş talepleri, iş kaynakları ve hasta güvenliği kültürünün huzurevlerinde ve evde bakım hizmetlerinde birey merkezli bakımın açıklanmasına nasıl katkı sağladığını incelemektir.	Sonuç olarak; dönüşümcü liderlik, çalışma hızı, personel ve iletişimle ilgili faktörler kişi merkezli bakımın en güçlü katkıyı sağlamaktadır. Sonuç olarak; dönüşümcü liderliğin, iş taleplerinin, personel ve iletişimin, huzurevlerinde ve evde bakım hizmetlerinde kişi merkezli bakım için önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir.
Seljemo ve ark. (2020)	Dönüşümcü liderlik, İş talepleri, İş kaynakları	Bu çalışmanın amacı, dönüşümcü liderlik, iş talepleri ve iş kaynakları arasındaki ilişkiyi belirlemek ve hasta güvenliği kültürü ile huzurevlerinde çalışanların genel hasta güvenliği algısını değerlendirmektir.	Sonuç olarak dönüşümcü liderlik tarzının uygulanması, huzurevlerinde hasta güvenliği kültürünün oluşturulması ve sürdürülmesinde önemli olabilmektedir. Ayrıca, liderler, iş talepleri ve iş kaynakları arasında en uygun bir denge ile iyi bir çalışma ortamını kolaylaştırmak için çaba göstermelidir, çünkü bu da hasta güvenliği kültürü üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.
Pfaff ve Braithwaite (2020)	Dönüşümcü liderlik, Sosyal sermaye	Bu çalışmanın amacı, güvenlik kapasitesi oluşturmada dönüşümcü liderlik ve sosyal sermaye ilişkisinin rolünü araştırmaktır.	Çalışmada hedefe yönelik kolektif eylem için dönüşümcü liderlik ve sosyal sermayenin varlığı durumunda, iyi bir güvenlik yönetiminin gerçekleşeceği sonucuna ulaşılmıştır.
Mejia ve ark., (2020)	Yönetim yetkinliği	Çalışmada, Taylandlı öğrenci hemşireler arasında liderlik ve yönetim yetkinlikleri ile hasta güvenliği sonuçlarına uyum arasındaki anlamlı ilişkiyi test etmek amaçlanmıştır.	Bu çalışma, Taylandlı öğrenci hemşirelerin çoğunun, bağlı hastanelerdeki klinik uygulamaları sırasında her zaman hemşirelik liderliği ve yönetim yetkinlikleri sergiledikleri ve bazen hasta güvenliği sonuçları için temel performans göstergelerine uydukları sonucuna varmıştır. Ayrıca, çalışma, öğrenci hemşirelerin liderlik ve yönetim yetkinlikleri ile hasta güvenliği sonuçları için temel performans göstergeleri arasında önemli bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Ree ve Wiig (2020)	Dönüşümcü liderlik, işe bağlılık	Çalışmanın amacı, evde bakım hizmetlerinde dönüşümcü liderlik, iş talepleri, iş kaynakları, hasta güvenliği kültürü ve işe bağlılık arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.	Dönüşümcü liderliğin, hasta güvenliği kültürü ve evde bakım hizmetlerinde işe bağlılık üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışanların iş talepleri, mevcut kaynaklar ve katılım konusundaki algıları hasta güvenliği kültürünü etkilediği tespit edilmiştir.
Padauleng ve ark., (2020)	Çalışma motivasyonu	Çalışma kapsamında, kronik bozukluklar için entegre bir tele sağlık hizmeti (Sağlık Hattı Hizmeti) geliştirilmiştir ve bu hizmetin depresyonlu hastalarda etkinliğini değerlendirilmesi amaçlanmıştır.	Çalışma sonucuna göre, internet kaynaklarının kullanımında hastaları destekleyen, klinik eğitimi olmayan sağlık danışmanlarına dayanan bu tele sağlık hizmeti, olağan bakıma kıyasla hem kabul edilebilir hem de etkili bulunmuştur.
Zaheer ve ark., (2021)	Ekip çalışması, İşten ayrılma niyeti	Çalışmada, güvenlik için üst düzey liderlik desteğinin, denetleyici liderlik desteğinin, ekip çalışması ve işten ayrılma niyetinin genel hasta güvenliği derecesi üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmaktadır.	Yapılan araştırmanın sonuçları, üst düzey liderliğin, ekip çalışmasının ve işten ayrılma niyetinin, ön saflardaki klinik personelin hasta güvenliği algılarını açıkça etkilediğini ortaya koymuştur.
Murray ve Cope (2021)	-	Çalışmanın amacı, mezuniyet sonrası sağlık hizmetleri yönetimi öğrencilerinin tartışma forumlarında gündeme getirdiği konuları ve girişimleri vurgulamak için günümüzün sağlık hizmeti ortamında liderlik, kalite, güvenlik ve insan faktörleri üzerinde düşünmelerini sağlamaktır.	Sonuç olarak algılanan otoriteye meydan okumak gereklidir ve etkili liderlik yoluyla açık iletişim cesaretlendirilmelidir. Etkili liderlik, verimli ekip çalışmasını ve nihayetinde hastalar için güvenli ve verimli bakımı sağlamaktadır.
Aufegger (2021)	Karar verme	Bu çalışmanın amacı, paylaşılan liderliği (SL) ve grup içi karar vermeyi (GDM) keşfetmek için sağlam ve kanıta dayalı simülasyon tabanlı bir eğitim tasarlamak, geliştirmek ve doğrulamaktır.	Yapılan simülasyonda, hasta güvenliği ve sağlık yönetiminde SL ve GDM'yi geliştirmek etkili bir yöntem olarak algılanmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen çalışmalarda liderlik ve hasta güvenliğinin ilişkilendirildiği kavramlar, çalışmanın amacı ve sonucu Çizelge 2'de yer almaktadır. Buna göre, hasta güvenliği ve liderlik ile en çok dönüşümcü liderliğin (n=5) ele alındığı bunu takiben tükenmişliğin (n=2), çalışma koşullarının (n=1), iş tatminin (n=1), işe bağlılığın (n=1) geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca dönüşümcü liderlikten sonra en çok ele alınan liderlik tarzının katılımcı liderlik olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaların amaç ve sonuçlarına bakıldığında ise genel olarak liderliğin hasta güvenliğini sağladığı ve güvenlik kültürünü oluşturmasında oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca

çalışmalarda hasta güvenliği ve liderliğin tükenmişlik, işten ayrılma niyeti, çalışma motivasyonu vb. psikolojik temelli kavramlarla ilişkilendirildiği saptanmıştır.

Çizelge 3. Yapılan çalışmaların türü

Çalışmanın türü	Frekans (sıklık)
Nicel	13
Nitel	5
Karma	2

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların 13 tanesinin nicel, 4 tanesinin nitel ve 2 tanesinin karma araştırma yöntemini kullandığı tespit edilmiştir. Buna göre sağlık kurumlarında hasta güvenliği ve liderlik ile ilgili yapılan çalışmalar yapılırken genel olarak nicel araştırma yönteminin kullanıldığı belirlenmiştir.

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Sağlık hizmetlerinin karmaşık yapısı ve yüksek profesyonelleşme gerektirmesi sebebiyle liderliğin oldukça önemli olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Sağlık hizmetlerinde liderliğin olup olmamasından ziyade hangi liderlik tarzlarının benimsenmesi gerektiğinin araştırılması literatüre çok daha fazla katkı sağlamaktadır. Bu sebeple çalışmada güvenlik kültürünün ve kalitenin bir parçası olan hasta güvenliğinin ve liderliğin yer aldığı çalışmaların içerik analizi yöntemi ile incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda hasta güvenliği ve liderlik çalışmalarında genel olarak yıllara göre artan bir eğilim olduğu fakat en çok çalışmanın 2020 yılında yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmaların çoğunlukla nicel yöntem kullanılarak yapıldığı ve en çok dönüşümcü liderlik tarzının araştırıldığı tespit edilmiştir.

Mevcut durumu ortaya koyan bu çalışmadan hareketle literatürde hasta güvenliği ile paternalist liderliğin, etik liderliğin ve bilgi toplumu liderliğinin de çalışılması gelecek dönemde yapılacak araştırmalarda önerilmektedir. Çünkü hasta güvenliğinin sağlanması yardımseverlik, adalet, otoriterlik, bilginin işlenmesi ve öğrenme gibi özellikler ile de ilgilidir.

KAYNAKÇA

Aufegger, L., Soane, E., Darzi, A. ve Bicknell, C. (2021). Shared leadership in tertiary care: design of a simulation for patient safety decision-making in healthcare management teams. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*, *7*, 216–222. doi:10.1136/bmjstel-2020-000627

Boamah, S. A., Spence Laschinger, H. K., Wong, C. ve Clarke, S. (2018). Effect of transformational leadership on job satisfaction and patient safety outcomes. *Nursing Outlook*, *66*(2), 180–189. doi:10.1016/j.outlook.2017.10.004

Ginsburg, L. R., Chuang, Y.-T., Berta, W. B., Norton, P. G., Ng, P., Tregunno, D. ve Richardson, J. (2010). The relationship between organizational leadership for safety and learning from patient safety events. *Health services research*, *45*(3), 607–32. doi:10.1111/j.1475-6773.2010.01102.x

Goeschel, C. A., Wachter, R. M. ve Pronovost, P. J. (2010). Responsibility for Quality Improvement and Patient Safety Hospital Board and Medical Staff Leadership Challenges Attachment 3. *CHEST Medical Ethics*, *138*(1), 171–178. doi:10.1378/chest.09-2051

Hakverdioğlu Yönt, G. (2011). Hasta Güvenliği Kültürü. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi*, *27*(1), 77–82.

Institute of Medicine: Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st Century. Washington DC: National Academies Press, 2001.

Kristensen, S., Christensen, K. B., Jaquet, A., Beck, C. M., Sabroe, S., Bartels, P. ve Mainz, J. (2016). Strengthening leadership as a catalyst for enhanced patient safety culture: A repeated cross-sectional experimental study. *BMJ Open*, *6*(5). doi:10.1136/BMJOPEN-2015-010180

Kuo, C. C. ve Robb, W. J. (2013). Critical Roles of Orthopaedic Surgeon Leadership in Healthcare Systems to Improve Orthopaedic Surgical Patient Safety. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, *471*(6), 1792–1800. doi:10.1007/s11999-012-2719-3

Lim, R. B. T., Ng, B. B. L. ve Ng, K. M. (2014). Evaluation of the patient safety leadership walkabout program of a hospital in Singapore. *Singapore Medical Journal*, *55*(2), 78–83. doi:10.11622/SMEDJ.2014019

Mejia, P. C. G., Breboneria, B. J. L., Pangandaman, H. K., Sadang, J. S., Hengnalen, B., Calaycay, J. M., … Cordova-Acedera, L. V. (2020). Student nurses' leadership and management competencies and key performance indicators (KPIs) for patient safety outcomes in Nakhon Pathom, Thailand. *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES*, *7*(2), 113–120. doi:10.21833/IJAAS.2020.02.015

Merrill, K. C. (2015). Leadership Style and Patient Safety: Implications for Nurse Managers. *Journal of Nursing Administration*, *45*(6), 319–324. doi:10.1097/NNA.0000000000000207

Murray, M. ve Cope, V. (2021). Leadership: Patient safety depends on it! *Collegian*, *28*(6), 604–609. doi:10.1016/j.colegn.2021.07.004

Padauleng, A. W., Sidin, A. I. ve Ansariadi. (2020). The relationship between leadership style and nurse's work motivation with the implementation of patient safety culture in hospital, Bone regency. *Enfermeria Clinica*, *30*, 161–164. doi:10.1016/j.enfcli.2020.06.037

Pfaff, H. ve Braithwaite, J. (2020). A parsonian approach to patient safety: Transformational leadership and social capital as preconditions for clinical risk management—the GI factor. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(11). doi:10.3390/IJERPH17113989

Ree, E. (2020). What is the role of transformational leadership, work environment and patient safety culture for person-centred care? A cross-sectional study in Norwegian nursing homes and home care services. *Nursing Open*, *7*(6), 1988–1996. doi:10.1002/NOP2.592

Ree, E. ve Wiig, S. (2020). Linking transformational leadership, patient safety culture and work engagement in home care services. *Nursing Open*, *7*(1), 256–264. doi:10.1002/NOP2.386

Seljemo, C., Viksveen, P. ve Ree, E. (2020). The role of transformational leadership, job

demands and job resources for patient safety culture in Norwegian nursing homes: a cross-sectional study. *BMC Health Services Research*, *20*(1). doi:10.1186/S12913-020-05671-Y

Sexton, J. B., Adair, K. C., Leonard, M. W., Frankel, T. C., Proulx, J., Watson, S. R., … Frankel, A. S. (2018). Providing feedback following Leadership WalkRounds is associated with better patient safety culture, higher employee engagement and lower burnout. *BMJ Quality and Safety*, *27*(4), 261–270. doi:10.1136/BMJQS-2016-006399

Sexton, J. B., Sharek, P. J., Thomas, E. J., Gould, J. B., Nisbet, C. C., Amspoker, A. B., … Profit, J. (2014). Exposure to Leadership WalkRounds in neonatal intensive care units is associated with a better patient safety culture and less caregiver burnout. *BMJ Quality and Safety*, *23*(10), 814–822. doi:10.1136/BMJQS-2013-002042

Tak, B. (2010). Sağlık Hizmetlerinde Kalitenin Ana Unsuru Olarak Hasta Güvenliği Sistemlerinin Oluşturulması: Hastaneler İçin Bir Yol Haritası Önerisi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, *1*(1), 72–113. https://dergipark.org.tr/spkd/issue/29282/313488 adresinden erişildi.

VanGraafeiland, B., Sloand, E., Silbert-Flagg, J. A., Gleason, K. ve Dennison Himmelfarb, C. (2019). Academic-clinical service partnerships are innovative strategies to advance patient safety competence and leadership in prelicensure nursing students. *Nursing Outlook*, *67*(1), 49–53. doi:10.1016/j.outlook.2018.08.003

Weng, S. J., Kim, S. H. ve Wu, C. L. (2017). Underlying influence of perception of management leadership on patient safety climate in healthcare organizations - A mediation analysis approach. *International Journal for Quality in Health Care*, *29*(1), 111–116. doi:10.1093/INTQHC/MZW145

Zaheer, S., Ginsburg, L., Chuang, Y.-T. ve Grace, S. L. (2015). Patient safety climate (PSC) perceptions of frontline staff in acute care hospitals. *Health Care Management Review*, *40*(1), 13–23. doi:10.1097/HMR.0000000000000005

Zaheer, S., Ginsburg, L., Wong, H. J., Thomson, K., Bain, L. ve Wulffhart, Z. (2021). Acute care nurses' perceptions of leadership, teamwork, turnover intention and patient safety – a mixed methods study. *BMC Nursing*, *20*(1). doi:10.1186/S12912-021-00652-W

AKUT BÖBREK HASARINDA YENİ BİYOKİMYASAL BELİRTEÇLER

Doç. Dr. Fatih KAR

[1] Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, 0000-0001-8356-9806

ÖZET

Böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi, böbrek hastalığı veya böbrek fonksiyonunu etkileyen patolojileri olan hastaların tedavisinde önemlidir. Akut böbrek hasarı (ABH) ise böbrekte oluşan ani fonksiyon kaybına bağlı olarak üre ve diğer azotlu atık ürünlerinin vücuttan atılamaması, hücre dışı sıvı hacmi ve elektrolit içeriğinin bozulmasıyla sonuçlanan klinik bir tablodur. Böbrek disfonksiyonu veya hasarı daha uzun bir süre içerisinde ortaya çıkabileceği gibi akut ve kronik böbrek hastalığı olan kişilerde altta yatan inflamatuar süreçler sonucu hızlı bir şekilde de gelişebilir. Böbrek hasarı veya stres biyobelirteçleri risk değerlendirmesi için yeni araçlardır ve muhtemelen tedaviye rehberlik edebilir. Son zamanlarda, ABH'nin potansiyel biyobelirteçleri tanımlanmıştır. İdeal olarak, yeni biyobelirteçler spesifik olmalı, nedeni tanımlamalı, risk altındaki hastaları belirlemeli, erken tanı koymalı, yaralanmanın ciddiyetini sınıflandırmalı ve sonuçları tahmin etmelidir. ABH patofizyolojisinin daha iyi anlaşılmasıyla, glomerüller tarafından filtrelenen proteinler, yaralanma sonrası tübüler hücreler tarafından salınan enzimler ve inflamatuar aracılar dahil olmak üzere yeni biyobelirteçler tanımlanmıştır. Gerçekten de ABH karmaşık bir sendromdur ve belki de sendromun farklı aşamalarını kapsayan çeşitli biyobelirteçlerden oluşan bir panelin kullanılması, etiyolojisini ve patofizyolojisini daha iyi anlamayı sağlayabilir ve gelecekteki tedaviler için hedefleri belirleyebilir.

Anahtar Kelimeler: ABH, Semaforin, Lipoksijenaz

1. GİRİŞ

Akut böbrek hasarı (ABH), toplumda, hastanede yatan hastalarda ve küresel ölçekte yaygın bir sorundur [1]. ABH tanısı ve konsensüs tanımı iki kritere dayanır: serum kreatinin konsantrasyonu ve idrar çıkışı. Bu tür kriterler ayrıca Böbrek Hastalığı İyileştirme Küresel Sonuçlar sınıflandırmasında belirtildiği gibi ciddiyet derecesini belirlemek için de kullanılmıştır [2]. Ancak serum kreatinin ve idrar çıkışının ABH varlığını ve ciddiyetini tanımlamada ciddi sınırlamaları vardır. Serum kreatinin duyarsızdır ve tipik olarak yalnızca glomerüler filtrasyon hızının (GFR) yaklaşık %50'si kaybolduğunda yükselmeye başlar [3]. Ayrıca, kas kütlesi, sıvı tedavisi, kas yaralanması ve tübüler lümene değişen derecelerde sekresyon gibi çeşitli durumlardan etkilenir. İdrar çıkışı, azalmış GFR'nin daha duyarlı bir belirteci olabilir, ancak özgüllüğü yoktur [4]. Kreatinin'den daha fazla, intravenöz sıvı tedavisi, diüretikler ve hemodinamik durum gibi faktörlerden etkilenir. Ek olarak, her iki biyobelirteç de tübüler hasar veya tübüler stres ve/veya işlev bozukluğu hakkında bilgi sağlamadan çoğunlukla GFR ve böbrek fonksiyonunu yansıtır. Bu eksikliklere rağmen, ABH'nın klinik dünyasına on yıllardır kullanılmaya devam ediyorlar.

Ancak daha yakın zamanlarda, giderek karmaşıklaşan biyokimyasal analiz ve proteomik dünyası, çeşitli protein biyobelirteçlerinin keşfedilmesine yol açmıştır. Bu biyobelirteçler kanda ve daha kullanışlı ve kolay bir şekilde idrarda ölçülebilir ve geleneksel olarak tanımlanan ABH'nin sonraki gelişimini tahmin edebilir. Tahmin performansları, alıcı işletim karakteristik eğrisinin altındaki alan, entegre ayrım geliştirme indeksi ve net yeniden sınıflandırma indeksi dahil olmak üzere çeşitli yöntemlerle ölçülmüştür [5]. Çoklu gözlemsel çalışmaların yanı sıra ticari geliştirmelerden elde edilen bu tür ölçümler, mevcut klinik kullanım alanını çoğunlukla iki ana biyobelirteçle daraltmıştır: nötrofil jelatinazla ilişkili lipokalin (NGAL) ve tübüler hücre döngüsü durmasının iki anahtar protein belirtecinin kombinasyonu: insülin -benzeri büyüme faktörü bağlayıcı protein-7 (IGFBP-7) ve metallo-proteinaz 2'nin doku inhibitörü (TIMP-2) [6]. İlki, birden fazla popülasyonda 1000'den fazla çalışmada incelenmiştir; ikincisi daha tanımlanmış ancak daha az popülasyonda incelenmiştir. Bununla birlikte, ikincisinin araştırmaları kapsam, boyut ve tasarım açısından daha yapılandırılmış, çok merkezli ve karmaşık olmuştur. Buna göre, idrarda ölçülen IGFBP-7 ve TIMP-2 kombinasyonu, şimdi Nephrocheck ticari adı altında ABH'nin erken teşhisi için Birleşik Devletler Federal İlaç Dairesi tarafından onaylanmıştır.

Son zamanlarda, KDIGO çalışma grubu, klinik uygulama ve araştırmalarda uygulanabilecek basitleştirilmiş ve entegre kriterler sağlamak için End-Stage Kidney Disease (RIFLE) ve Acute Kidney Injury Network (AKIN) sınıflandırmalarını birleştirerek Tablo 1'deki gibi bir sınıflandırmayı geliştirmiştir [2].

Tablo 1. RIFLE, AKIN ve KDIGO sınıflandırması

Sınıf/Evre	SCr/GFR			UO		
	RIFLE	**AKIN**	**KDIGO**	**RIFLE**	**AKIN**	**KDIGO**
Risk/1*	↑SCr X 1.5 veya ↓GFR >25%	↑SCr ≥ 26.5 µmol/L ≥0.3 mg/dL veya ↑SCr ≥150 - 200% (1.5 - 2X)	↑SCr ≥ 26.5 µmol/L ≥0.3 mg/dL veya ↑SCr ≥150 - 200% (1.5 - 2X)	<0.5 mL/kg/s (>6 s)	<0.5 mL/kg/s (>6 s)	<0.5 mL/kg/s (>6 s)
Hasar/2*	↑SCr X 2 veya ↓GFR >50%	↑SCr > 200 - 300% (>2 - 3X)	↑SCr > 200 - 300% (>2 - 3X)	<0.5 mL/kg/s (>12 s)	<0.5 mL/kg/s (>12 s)	<0.5 mL/kg/s (>12 s)
Yetmezlik/3*	↑SCr X 3 veya ↓GFR >75% SCr ≥ 353.6 µmol/L (≥ 4 mg/dL) ↑SCr > 44.2 µmol/L (>0.5mg/dL)	↑SCr > 300% (>3X) SCr ≥ 353.6 µmol/L (≥ 4 mg/dL) ↑SCr > 44.2 µmol/L (>0.5mg/dL) veya böbrek replasman tedavisinin başlatılması	↑SCr > 300% (>3X) SCr ≥ 353.6 µmol/L (≥ 4 mg/dL) veya böbrek replasman tedavisinin başlatılması	<0.5 mL/kg/s (>24 s) veya anüri (>12 s)	<0.5 mL/kg/s (24 s) veya anüri (12s)	<0.5 mL/kg/s (24 s) veya anüri (12s) veya GFR < 35 mL/dk/1.73 m^2 18 yaşından daha genç hastalarda

SCr: serum kreatinin; GFR: glomerüler filtratsyon hızı; UO: idrar çıkışı; RIFLE: Risk, Injury, Failure, Loss of kidney function (en az 4 hafta diyaliz bağımlılığı), son dönem böbrek yetmezliği (ayda en az 3 kez diyaliz bağımlılığı); * Risk sınıfı (RIFLE) evre 1'e (AKIN ve KDIGO) karşılık gelir, hasar sınıfı (RIFLE) evre 2'ye (AKIN ve KDIGO) karşılık gelir ve yetmezlik sınıfı (RIFLE) aşama 3'e (AKIN ve KDIGO) karşılık gelir, ↑ artma, ↓ azalma.

1.1 Akut Böbrek Hasarında Yeni Biyobelirteçlerin Rolü Nedir?

Yeni biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamaya entegrasyonu, Avrupa'da NGAL, Japonya'da karaciğer tipi yağ asidi bağlayıcı protein ve Birleşik Devletler'de idrar biyobelirteç TIMP-2 ve IGFBP7 gibi birkaç ülke ve vaka ile sınırlıdır. Örneğin, NGAL'nin eşik seviyeleri standardize edilmemiştir. Yüksek duyarlılık ve özgüllük ile NGAL eşik seviyelerinin olmaması, gerçek dünya ortamlarında büyük bir sınırlamadır. Yayınlanmış makalelerdeki değişken eşik değerleri, komorbiditeler nedeniyle karışıklıklar ve yüksek masraflar, gelecekteki klinik çalışmalarda üstesinden gelinmesi gereken diğer engellerdir. Yaklaşık 20 temsili biyobelirteç üzerinde yapılan çalışmalar, TIMP2, IGFBP7 ve KIM-1'in klinik uygulamada ABH'nin teşhisi, önlenmesi ve prognoz tahmininde rolleri olan potansiyel biyobelirteçler olduğunu kanıtlamıştır [7]. Biyobelirteçlerin çeşitli sınırlamalarının mevcut olduğu durumlarda, en faydalı biyobelirteçler seçilmelidir

1.2 Akut Böbrek Hasarında Semaforin ve Pleksinler

Semaforinler, “sema” adı verilen ortak bir domaini paylaşan, salgılanan ve membrana bağlı proteinleri kodlayan bir gen ailesini oluşturur. Semaforin adı, Yunanca “sinyal” anlamına gelen “sema” ve taşınmak anlamına gelen “phore” sözcüklerinden oluşur. Semaforinler, başlangıçta sinir sistemindeki akson kılavuz molekülleri olarak ortaya çıkmışken artık böbrek, bağışıklık, sinir, kemik ve kardiyovasküler sistemlerde hem gelişim sırasında hem de yetişkin organizmada çoklu hücresel fonksiyonların anahtar düzenleyicileri olarak kabul edilmektedirler. Memelilerde, yapısal özelliklere bağlı olarak üç–yedi arasında olmak üzere beş sınıfa ayrılan 20 semaforin tanımlanmıştır. Tek geçişli transmembran proteinlerinin bir ailesi olan pleksinler, ana semaforin reseptörlerini temsil eder ve dört alt aileye, A–D olarak sınıflandırılır. Semaforin ve pleksinlerin yapısal özelliği, semaforin-pleksin etkileşimine aracılık eden ~ 500-amino-asit içeren yedi kanatlı β-pervane kıvrımı olan Sema alanıdır. Bazı durumlarda, semaforinlerin pleksinlere bağlanması, pleksin (PLXN) yardımcı reseptörleri olan nörofilinlerle (NRP) stabilize edilir [8]. Semaforin ve pleksinlerin, böbrek organogenezi sırasında eksprese edildiği, üreter tomurcuğunun dallanması, glomerüler filtrasyon bariyerinin oluşturulması ve renal vaskülatürün biçimlendirilmesi gibi çeşitli gelişimsel süreçleri kontrol ettiği gösterilmiştir. ABH’nin bir sonucu olarak, tübüler epitelyal hücreler (TEC) nekroz veya apoptoz sonucu ölür, tübüler bütünlüğü ve işlevi geri kazanmak için hayatta kalan TEC'lerin ayırt edilmesini ve çoğalmasını tetikler. Bu onarım süreci, tübülleri çevreleyen interstisyumdaki inflamatuar yanıttan kritik olarak etkilenir. Birkaç semaforin ve pleksinin hem tübüler yaralanmayı destekleyen inflamatuar süreçlerde hem de böbrek fonksiyonunun restorasyonu için gerekli olan epitelyal onarım süreçlerinde çok önemli rol

oynadığı tablolarda gösterilmiştir. Semaforin 3A (Sema3A), podositlerin yanı sıra distal ve toplama tübüllerinde eksprese edilir. Sema3A sinyaline, bağlanma reseptörü NRP1 ve sinyal reseptörleri PLXN A1 veya A3'ün bir kompleksi aracılık eder [9]. ABH'de Sema3A'nın rolünü, epitelyal hücre apoptozunu ve inflamasyona aracılık edip etmediğini belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

2. SONUÇ

ABH teşhisi için 2012 KDIGO kılavuzları, yüzlerce çalışmada doğrulanarak gerçek klinik ortamlarda önde gelen otorite olmaya devam etmektedir. ABH değerlendirmesi ve tedavisi için standart yöntemler arasında yüksek riskli hastaların seçilmesi, erken teşhis için biyobelirteçlerin ölçülmesi, hacim durumunun optimize edilmesi ve ilaçların gözden geçirilmesi yer alır. Bazı merkezler ve çalışmalar "bekle ve gör" stratejisini sürdürürken, diğerleri yeni ortaya çıkan teşhis araçlarını ve protokollerini uygulamaya çalışmaktadır. Literatürde bildirilen mevcut biyobelirteçlerin üstesinden gelinmesi gereken çeşitli sınırlamaları vardır. ABH'nin biyobelirteç kılavuzluğunda yönetimi konusunda fikir birliğine varmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Rutin klinik uygulamaları ilerletmek için yüksek riskli vakaların ve ABH alt fenotiplerinin daha net bir şekilde sınıflandırılması ve uygun biyobelirteçlerin entegrasyonu gereklidir.

KAYNAKÇA

[1] Mehta RL, Burdmann EA, Cerda J,Feehally J, Finkelstein F, Garcia-Garcia Get al. Recognition andmanagement of acute kidney injury inthe International Society of Nephrology0by25 Global Snapshot: a multinationalcross-sectional study.Lancet2016;387:2017–25

[2] Khwaja, A. (2012). KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. Nephron Clinical Practice, 120(4), c179-c184.

[3] Ronco C, Bellomo R, Kellum JA. Acutekidney injury.Lancet2019;394:1949–64

[4] Vaara ST, Parviainen I, Pettila V,Nisula S, Inkinen O, Uusaro Aet al.Association of oliguria with thedevelopment of acute kidney injury inthe critically ill.Kidney Int2016;89:200–8.

[5] Pencina MJ, D'Agostino RB Sr,D'Agostino RB Jr, Vasan RS. Evaluatingthe added predictive ability of a newmarker: from area under the ROC curveto reclassification and beyond.Stat Med2008;27: 157–72, discussion 207-12.

[6] Titeca-Beauport D, Daubin D, Chelly J,Zerbib Y, Brault C, Diouf Met al. Theurine biomarkers TIMP2 and IGFBP7can identify patients who willexperience severe acute kidney injuryfollowing a cardiac arrest: a prospectivemulticentre study.Resuscitation2019;141: 104–10

[7] Yoon, S. Y., Kim, J. S., Jeong, K. H., & Kim, S. K. (2022). Acute Kidney Injury: Biomarker-Guided Diagnosis and Management. Medicina, 58(3), 340.

[8] Worzfeld, T., & Offermanns, S. (2014). Semaphorins and plexins as therapeutic targets. Nature reviews Drug discovery, 13(8), 603-621

[9] Xia, J., & Worzfeld, T. (2016). Semaphorins and plexins in kidney disease. Nephron, 132(2), 93-100

TÜKENİNCEYE KADAR EGZERSİZ YAPTIRILAN RATLARDA, SELENYUM UYGULAMASININ OKSİDATİF DEĞERLER ÜZERİNE ETKİSİ

The Effect of Selenium Application on Oxidative Values in Rats Exercising Until Depletion

Öğr. Gör. Aydın SEVER [1], Dr. Ar. Gör. Gözde ARKALI [2], Ar. Gör. Edanur GÜLER [3], Prof. Dr. Mehmet ÇAY [4]

[1] Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Bingöl, TÜRKİYE (Sorumlu Yazar) 0000-0002-6727-1556

[2] Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE 0000-0002-0850-7557

[3] Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE 0000-0001-8473-7592

[4] Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, TÜRKİYE 0000-0003-3896-0042

ÖZET

Bu çalışmada, antioksidanlar arasında önemli bir yeri olan Selenyum elementinin, tükeninceye kadar yüzdürülen ratlarda çeşitli dokularda oksidatif stres ve oksidatif stresle ilişkili protein ekspresyonları üzerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Wistar-Albino ırkı 18 adet erkek sıçan her grupta 9 adet olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır. Ratların yüzmeye alışması amacıyla deneysel uygulamalar başlamadan önce ratlar yüzdürülmüştür.

Kontrol grubuna 20 gün boyunca günde bir kez olmak üzere; plasebo (serum fizyolojik), selenyum grubuna ise 0,8 mg/kg dozda selenyum verilmiştir. 20. günün sonunda gruplar tükeninceye kadar yüzdürülmüştür.

Son yüzdürmenin ardından ratlar hemen anestezi altında sakrifiye edilmiştir. Böbrek, kalp ve hemolizatta; MDA, GSH düzeyine; CAT ve GSH-Px aktivitesine bakılmıştır. Böbrek dokusunda oksidatif stresle ilişkili proteinler olan HO-1 ve Nrf2 düzeylerine Western blot yöntemiyle bakılmıştır.

Selenyum grubu böbrek dokusunda MDA düzeyi anlamlı düzeyde düşük çıkmıştır ($p<0,01$).

Selenyum grubu böbrek dokusunda GSH düzeyi ve GSH-Px aktivitesi anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır ($p<0,05$).

Böbrek dokusunda Nrf2 ve HO-1 protein düzeylere anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuç olarak tükeninceye kadar yüzdürülen ratlarda selenyum takviyesinin böbrek dokusunda oksidatif stresi azalttığı ve oksidatif yanıtla ilişkili olan Nrf2 ve HO-1 protein düzeylerini artırdığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Antioksidan, egzersiz, oksidatif stres, yüzme*

ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the effect of Selenium, which has an important place among antioxidants, on oxidative stress and oxidative stress-related protein expressions in various tissues of rats that were floated until exhaustion.

Eighteen male Wistar-Albino rats were divided into 2 groups, 9 in each group. In order for the rats to get used to swimming, the rats were floated before the experimental applications started.

In the control group, once a day for 20 days; placebo (physiological saline) and 0.8 mg/kg selenium were given to the selenium group. At the end of the 20th day, the groups were floated until exhaustion.

After the final float, the rats were immediately sacrificed under anesthesia. In kidney, heart and hemolysate; MDA to GSH level; CAT and GSH-Px activity were examined. The levels of HO-1 and Nrf2, which are proteins associated with oxidative stress in kidney tissue, were measured by Western blot method.

The MDA level in the kidney tissue of the selenium group was significantly lower ($p<0,01$).

GSH level and GSH-Px activity were significantly higher in the selenium group kidney tissue ($p<0,05$).

Nrf2 and HO-1 protein levels were found to be significantly higher in kidney tissue ($p<0,05$).

As a result, it was found that selenium supplementation decreased oxidative stress in kidney tissue and increased Nrf2 and HO-1 protein levels, which are associated with oxidative response, in rats that were floated until exhaustion.

Keywords: *Antioxidant, exercise, oxidative stress, swimming*

1.GİRİŞ

Egzersizin canlıya birçok faydasının bulunduğu bilinmektedir. Modern yaşam tarzında azalan fiziksel aktiviteyle birlikte çeşitli hastalıkların ortaya çıktığı ve yaşam kalitesinin düştüğü bilinmektedir. Egzersizle bireyde kas kuvveti ve enduransı artmaktadır. Kasın kasılması için gerekli olan enerji oksijenli ve oksijensiz solunum olmak üzere farklı yollardan sağlanmaktadır. Kısa süreli egzersizler fosfojen ve laktik sistemde üretilen enerji ile yapılırken, uzun süreli egzersizler hücrenin enerji üretim merkezi olan mitokondrilerde meydana gelen oksidatif fosforilasyonlar sağlanır (Sever, 2020).

Yüzme aerobik egzersizler arasında gösterilmektedir. Aerobik egzersizler bireye sağladığı katkılar sebebiyle bir tedavi yöntemi olarak da görülmektedir (Kılıç Ş., 2019). Egzersizle birlikte organizmada serbest radikal miktarının arttığı bilinmektedir (Rumley & Paterson, 1998). bu artışın ortaya çıkmasında daha fazla oksijen tüketilmesi önemli rol oynamaktadır (Vider et al., 2001). Egzersiz yoğunluğuyla üretilen SR miktarı konusunda farklı sonuçlar bulunmuştur. Bu çelişkili neticelerin ortaya çıkmasında bireysel farklılıklar, beslenme gibi etkenlerin belirleyici olabileceği bildirilmiştir (Dawson et al., 2002).

Canlılarda intrinsik ve ekstrinsik faktörlere bağlı olarak reaktif oksijen türevleri (ROS) üretilir. Çevresindeki yapılara zarar verme potansiyeline sahip bu moleküllerin zararsız hale getirilmelidir. Aksi durumda ateroskleroz dahil olmak üzere birçok hastalığın oluştuğu bilinmektedir (Vasankari et al., 1997). Sporcularda egzersiz ile antikoksidan kapasitenin artmasına bağlı olarak ROS'un ortaya çıkardığı hasarlar azaltılmaktadır (Kłapcińska et al., 2005).

Canlıda oksidatif stres ile birlikte hücre zarının akışkanlığı değişir, geçirgenlik bozulur ve enflamasyon ortaya çıkar (RADak et al., 1999). ROS, kanın yapısal elemanları ve proteolitik sistemi etkileyerek enzim fonksiyonlarını değiştirir, DNA yapısı, genetik trankripisyon ve hücre bütünlüğü hasar görür (Szweda et al., 2002).

Antioksidanlar, organizma için zararlı olan radikal miktarını azaltarak lipit, protein, karbonhidrat ve DNA gibi makromoleküllerin korunmasını sağlar (Dekkers et al., 1996). Enzimatik ve enzimatik olmayan türleri vardır. Enzimatik antioksidanlar arasında katalaz (CAT), Glutatyon Peroksidaz (GSH-Px) da bulunmaktadır. Enzimatik antioksidanların egzersizle oluşan oksidatif stresin azaltılmasında gerekli olduğu bilinmektedir (Powers & Lennon, 1999).

Selenyum antioksidanlar arasında önemli bir yere sahiptir. GSH-Px'in yapısına katılmanın yanında hormonal ve immün sistemi desteklemek gibi rollere sahiptir. Bu önemli yapının eksikliğiyle birçok hastalık ortaya çıkmaktadır (Rayman, 2000).

Antioksidan takviyesinin egzersiz performansını etkilemediği ancak egzersizle ortaya çıkması muhtemel oksidatif stresin azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Clarkson, 1995). Antioksidan takviyesinin egzersiz türüne bağlı olarak kas etkinliğinde farklı etkiler gösterebileceği gösterilmiştir (Gomez-Cabrera et al., 2008). Anitoksidan kullanımının bazı durumların SR üretimini teşvik edebileceği düşünüldüğünde kullanımının dikkatli olması gerekmektedir (Clarkson & Thompson, 2000).

Kasta normal olağan kasılmanın meydana gelebilmesi için minimal düzeyde ROS'a ihtiyaç duyulur (Coombes et al., 2001). Ancak ROS miktarının fazla olması kas ağrısı ve hasarı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Dawson et al., 2002).

Oksidatif stresin kontrolünde rol alan önemli proteinlerden birisi de Nrf2'dir. Normal şartlarda sitoplazmada Keap-1'e bağlı olarak bulunur. Hücrede oksidasyon arttığında sitoplazmadan çekirdeğe transloke olur (Nguyen et al., 2009). Antioksidan aktivitenin ilk basamağı olan SOD, GSH-Px ve CAT gibi enzimlerin sentezini başlatır (Surai et al., 2019).

Demirin ferritine dönüştürülmesi ve antioksidan özellikte olan biliverdinin oluşturulması yoluyla oksidatif strese karşı etkinlik gösteren HO-1, aynı zamanda anti inflamatuar etkiye sahiptir. Bu proteinin eksikliğinde gelişimsel gerilik, demir eksikliği anemisi, nefropati ve vasküler endotelyal yaralanma dahil birçok problem ortaya çıkmaktadır (Loboda et al., 2016).

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

Çalışmada ağırlıkları 300±30 2-3 aylık 18 adet erkek Wistar-Albino rat kullanılmıştır. Ratlar 12 saat aydınlık 12 saat karanlık ortamda ve 25±3°C ve %60-65 nem düzeyine sahip standart kafeslerde beslenmiştir. Besin olarak standart rat yemi (Antalya Korkuteli Yem) ve şebeke suyu ad-libitum olarak verilmiştir.

Ratlar, her grupta 9 adet olacak şekilde kontrol ve selenyum olarak iki gruba ayrılmıştır. Her iki gruba uygulama öncesi ve sonrası yüzme egzersizi yapılmıştır. Kontrol grubuna; plasebo olarak serum fizyolojik, selenyum grubuna ise; 0,8 mg/kg dozda selenyum intraperitoneal olarak 20 gün süreyle uygulanmıştır.

Yüzme egzersizi

Deneysel uygulamalar başlamadan önce her iki gruptaki ratlar adaptasyon için, su sıcaklığı 32-34 °C olan Morris yüzme tankında yüzdürülmüştür (El Abed et al., 2019). Ratlar yüzmeye adapte olduktan bir gün sonra; uygulama öncesi ve sonrasında her iki gruptaki ratlar, ayrı olacak şekilde, tükenme belirtileri oluşana kadar yüzdürülmüş ve yüzme süreleri kayıt altına alınmıştır.

Ratlar, uygulama sonrası yapılan yüzme egzersizinden hemen sonra anestezi (ksilazin 10 mg/kg/ ketamin 60 mg/kg) altında sakrifiye edilerek kan, böbrek ve kalp örnekleri alınmıştır. Alınan kan örneklerden hemolizat elde edilmiş ve analiz edilinceye kadar -20 ^{o}C'de saklanmıştır. Hemolizat, böbrek ve kalp örneklerinden MDA, GSH düzeyi, katalaz ve GSH-Px aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca böbrek doku örneklerinden HO-1 ve Nrf2 protein düzeyleri Western blot tekniğiyle belirlenmiştir.

Kalp ve böbrek dokuları soğuklukları korunarak cam tüplere aktarıldı. Tris tamponu ile muamele edildikten sonra homojenizatörde homojenize edildi. Santrifüj işleminin ardından süpernatanttan MDA, GSH düzeyleri ile GSH-Px ve CAT aktivitesi belirlendi. MDA düzeyinin belirlenmesi için placer ve ark.'nın (Placer et al., 1966), CAT aktivitesi için Goth'un (Goth, 1991), GSH düzeyi için Sedlak ve Lindsay'ın (Sedlak & Lindsay, 1968), GSH-Px için Lawrance ve ark'nın belirttiği yöntem kullanıldı (Lawrence & Burk, 1976).

Doku protein tayini için total protein miktarları BCA metoduna göre spektrofotometrik olarak tespit edildi (Smith et al., 1985). Western blot analizi ile protein ekspresyon düzeyleri belirlendi. Çalışmada kullanılan maddeler analitik saflıktatır. Oksidatif stres analizi için Merck (Almanya), Sigma (A.B.D) firmalarından, Western blot için iset Thermo ve Abcam firmalarından temin edilen ürünler kullanıldı.

Çalışmada elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk normallik analizi ile belirlendi. Gruplar arasında kıyaslama yapılırken Bağımsız T testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak $p<0,5$ kullanıldı. Verilerin analizi için IBM PSS Statistics 22 paket programı kullanıldı. Veriler X±SD olarak verilmiştir.

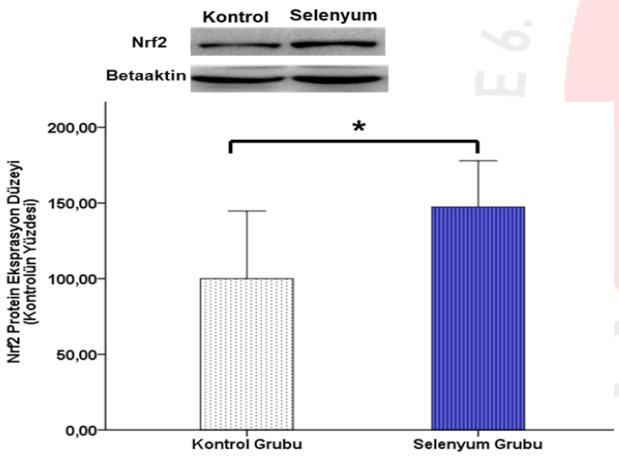
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Böbrek, kalp ve hemolizat dokularından elde edilen oksidatif stres verileri Tablo 1' de gösterilmiştir. Böbrek dokusunda MDA düzeyi anlamlı düzeyde düşüktür ($p<0,01$). Kalp ve hemolizatta ise anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Selenyum grubu GSH düzeyi böbrek ($p<0,01$) ve kalp dokusunda ($p<0,05$) anlamlı düzeyde yüksektir. Hemolizatta bu fark anlamlı düzeyde değildir ($p>0,05$). GSH-Px aktivitesi, böbrek dokuda anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0,01$). Kalp ve hemolizatta bu fark anlamlı düzeyde değildir ($p>0,05$).

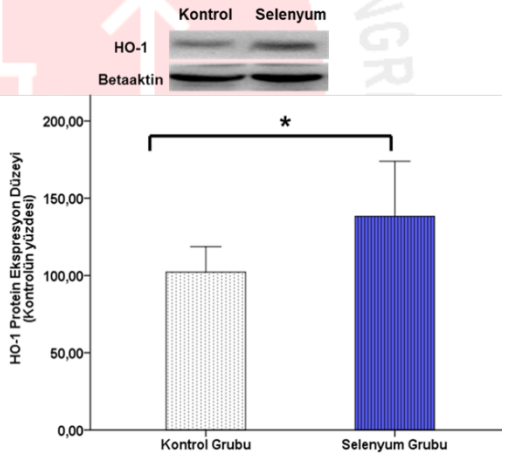
Çizelge 1 Oksidan-Antioksidan Parametreleri

GRUPLAR	MDA (nmol/g)			GSH (nmol/g)			GSH-Px (IU/g protein)			Katalaz (kU/g protein)		
	Böbrek	**Kalp**	**Hemolizat**	**Böbrek**	**Kalp**	**Hemolizat**	**Böbrek**	**Kalp**	**Hemolizat**	**Böbrek**	**Kalp**	**Hemolizat**
Kontrol	41,00±2,21[a]	18,58±2,23	52,17±6,90	2,85±0,28[b]	5,89±1,89[b]	2,93±0,22	9,19±4,75[b]	14,94±2,43	17,21±4,13	7,40±5,21	8,78±4,41	6,25±3,67
Selenyum	36,39±3,07[b]	18,47±2,88	51,44±3,96	3,45±0,54[a]	8,52±2,87[a]	3,12±0,23	14,56±1,69[a]	17,23±4,92	19,04±3,85	7,58±1,34	9,44±2,52	7,00±0,64
Önemlilik	**p<0,01**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p<0,01**	**p<0,05**	**p>0,05**	**p< 0,01**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**	**p>0,05**

(a,b: Aynı sütunda farklı harfler arasındaki istatiksel fark önemlidir. Veriler X±SD olarak verilmiştir.)



Şekil 1 Böbrek HO-1 Protein Düzeyi Ortalama, SD; *p<0.05



Şekil 2 Böbrek Nrf2 Protein Düzeyi Ortalama, SD; * p<0.05;

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Serbest radikallerin hücrelerde metabolizma sonucu sürekli olarak üretildiği bilinmektedir. Canlıda oksidatif stres oluşturma özelliği olan bu moleküllerin önemli yapılara zarar vermemesi için antioksidanlar kritik görevler üstlenmiştir. Egzersiz ile ortaya çıkan oksijen tüketimi artışı ve buna paralel meydana gelen oksidatif stres, inflamatuar ve kardiyovasküler dahil olmak üzere birçok hastalığa yol açmaktadır (Pingitore et al., 2015). Egzersizle üretilen ROS gibi ürünler, yorgunluğa yol açıp performansı etkileyebilmektedir (Narkhede et al., 2015).

Antioksidan takviye ile egzersiz sonrası ortaya çıkan bazı zararlı durumların düzeltilmesi sağlanabilir. Ancak, eksojen olarak fazla miktarda alınan antioksidanların sporcu sağlığını olumsuz etkileme ihtimali bulunmaktadır. Bu sebeple antioksidan takviyenin kontrollü ve bilinçli olması gerekir (Pingitore et al., 2015).

Selenyum önemli bir antioksidan olup, canlı için önemli reaksiyonlarda görev almaktadır. Selenyum eksikliğinde çeşitli hastalıkların ortaya çıktığı belirtilmektedir. Diğer antioksidanlarda olduğu gibi selenyum takviyesi, sadece vücuttaki miktarı azaldığı durumlarda yapılması gerekir (Rayman, 2012).

Oksidatif stresle ilişkili olan proteinler arasında Nrf2 ve HO-1 önemli bir yere sahiptir. Antioksidan aktivitenin başlamasında Nrf2 görev alırken. HO-1 ise çeşitli oksidan ürünlerin uzaklaştırılmasında rol almaktadır (Ren et al., 2016).

Egzersizle canlının çeşitli dokularında MDA düzeyinin arttığı bilinmektedir (Akil et al., 2011). Selenyum takviyesinin ise MDA seviyesini düşürebileceği bildirilmektedir (Galan-Chilet et al., 2014). Çalışmamızda selenyum takviyesi yapılan grupta, böbrek dokunun MDA düzeyi daha düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Selenyum takviyesinin lipit peroksidasyonunu azaltması bu sonucun çıkmasında etkili olduğu düşünülebilir.

GSH birçok canlıda yüksek konsantrasyonda bulunur ve hücre çoğalmasını düzenlemek, DNA sentezinin modülasyonunu sağlamak gibi hayati görevlere sahiptir. Submaksimal egzersizin bile GSH seviyesinde değişime neden olabileceği bildirilmiştir (Sen, 1999). Çalışmamızda selenyum grubunda böbrek ve kalp doku GSH düzeyinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$). Bu sonuç literatür ile uyumludur. Egzersiz sonucu ortaya çıkan oksidasyonun, GSH düzeyinin yükselmesine sebep olabileceğini düşünüyoruz.

Hücrenin sitoplazma kısmında bol miktarda bulunan GSH-Px, H_2O_2'nin uzaklaştırılmasında görev almaktadır. Hücrenin yapı ve fonksiyonunun korunmasında kritik göreve sahiptir (Günaldı M, 2009). Egzersiz ile GSH-Px aktivitesinin artabileceği bildirilmiştir (Sen, 1999). Selenyum takviyesinin GSH-Px aktivitesini arttırdığı bilinmektedir (Tessier et al., 1995). Çalışmamızda böbrek dokudaki GSH-Px aktivitesinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$). Çalışmamızda çıkan sonuç, genel literatür ile uyumlu olup, GSH-Px ile yakından ilişkili olan selenyum takviyesinin bu sonucun çıkmasında etkili olabileceğini düşünüyoruz.

Antioksidan enzimler arasında yer alan CAT, H_2O_2'nin parçalanmasında görev alır. Egzersizle CAT aktivitesinin arttığını gösteren çalışma bulunmaktadır (Urso & Clarkson, 2003). Çelik ve ark. yaptıkları bir çalışmada, CAT aktivitesinin egzersizle değişmediğini tespit etmişlerdir. Bu

sonucun güçlü 1. Basamak antioksidan kapasiteyle ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir (ÇELİK et al., 2007). Çalışmamızda böbrek dokudaki CAT aktivitesinin gruplar arasında farklı olmadığı bulunmuştur (p>0,05). CAT ile aynı işi yapan farklı antioksidanların bulunmasının bu sonuçta etkili olabileceğini düşünüyoruz.

Nrf2 antioksidan savunmada önemli rollere sahiptir. Oksidatif stres durumlarında sitoplazmadan çekirdeğe geçerek antioksidan yanıtın başlamasına katkı sunar. Egzersizin Nrf2 aktivasyonunu artırdığı bildirilmiştir (Yamada et al., 2019). Çalışmamızda böbrek dokudaki Nrf2 protein düzeyi selenyum grubunda daha yüksek çıkmıştır (p<0,01). Selenyum takviyesiyle antioksidan yanıtın artması ve Nrf2'nin antioksidan yanıtta görevli olması bu durumu ortaya çıkarmış olabilir.

Memeli hücrelerinde oluşan streslere bağlı olarak HO-1 yanıtının arttığı bilinmektedir. Bu durumun antioksidan yanıtta bir avantaj sağladığı belirtilmektedir (Poss & Tonegawa, 1997). Egzersizin oksidatif stres kaynağı olabileceği düşünüldüğünde yorucu egzersiz sonrasında HO-1 seviyesinin artması beklenmektedir. Yapılan çalışmamızda selenyum grubu böbrek dokusunda HO-1 seviyesinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur (p<0,01). Tükeninceye kadar yüzdürülen ratlarda artan oksidasyonun bu sonucun çıkmasına neden olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, önemli bir antikoksidan olan selenyum takviyesinin, tükeninceye kadar yüzdürülen ratlarda oksidatif stres parametrelerine bazı dokularda etki göstermiştir. Antioksidan yanıtla ilişkili proteinlerin seviyesini yükseltmiştir.

Araştırma ve Yayın Etiği

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Deneysel Araştırma Merkezinde, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığı'nın "09.04.2020 tarihli ve 2020/05 nolu izni" ile yapılmıştır. Çalışmada, hayvan deneylerinde uygulanan kurallara ve hayvan refahına uyulmuştur. Bu çalışmanın doku materyali Aydın Sever'in 2019/37 protokol nolu yüksek lisans çalışmasından elde edilmiştir.

Teşekkür:

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi desteği ile yapılmıştır.

KAYNAKÇA

Akil, M., Gurbuz, U., Bicer, M., Sivrikaya, A., Mogulkoc, R., & Baltaci, A. K. (2011). Effect of selenium supplementation on lipid peroxidation, antioxidant enzymes, and lactate levels in rats immediately after acute swimming exercise. *Biological Trace Element Research*, *142*(3), 651–659.

ÇELİK, A., VAROL, R., Taner, O., DAĞDELEN, Y., & TUGAY, F. (2007). Akut egzersizin futbolcularda antioksidan sistem parametrelerine etkisi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *5*(4), 167–172.

Clarkson, P. M. (1995). Antioxidants and physical performance. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *35*(1–2), 131–141.

Clarkson, P. M., & Thompson, H. S. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(2), 637S-646S.

Coombes, J. S., Powers, S. K., Rowell, B., Hamilton, K. L., Dodd, S. L., Shanely, R. A., Sen, C. K., & Packer, L. (2001). Effects of vitamin E and α-lipoic acid on skeletal muscle contractile properties. *Journal of Applied Physiology*, *90*(4), 1424–1430.

Dawson, B., Henry, G. J., Goodman, C., Gillam, I., Beilby, J. R., Ching, S., Fabian, V., Dasig, D., Morling, P., & Kakulus, B. A. (2002). Effect of vitamin C and E supplementation on biochemical and ultrastructural indices of muscle damage after a 21 km run. *International Journal of Sports Medicine*, *23*(1), 10–15. https://doi.org/10.1055/S-2002-19273

Dekkers, J. C., Van Doornen, L. J. P., & Kemper, H. C. G. (1996). The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, *21*(3), 213–238. https://doi.org/10.2165/00007256-199621030-00005

El Abed, K., Ammar, A., Boukhris, O., Trabelsi, K., Masmoudi, L., Bailey, S. J., Hakim, A., & Bragazzi, N. L. (2019). Independent and Combined Effects of All-Out Sprint and Low-Intensity Continuous Exercise on Plasma Oxidative Stress Biomarkers in Trained Judokas. *Frontiers in Physiology*, *10*. https://doi.org/10.3389/FPHYS.2019.00842/FULL

Galan-Chilet, I., Tellez-Plaza, M., Guallar, E., De Marco, G., Lopez-Izquierdo, R., Gonzalez-Manzano, I., Tormos, M. C., Martin-Nuñez, G. M., Rojo-Martinez, G., & Saez, G. T. (2014). Plasma selenium levels and oxidative stress biomarkers: a gene–environment interaction population-based study. *Free Radical Biology and Medicine*, *74*, 229–236.

Gomez-Cabrera, M. C., Domenech, E., & Viña, J. (2008). Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*, *44*(2), 126–131. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001

Goth, L. (1991). A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica Chimica Acta*, *196*, 143–151. https://doi.org/10.1016/0009-8981(91)90067-M

Günaldı M. (2009). *Kan Selenyum Düzeyi ve Glutatyon Peroksidaz Aktivitesinin Akut Miyokart Enfarktüsü Gelişimi Üzerine Etkisi.* , İstanbul: Okmeydanı Eğitim Araştırma Hastanesi.

Kılıç Ş. (2019). *Egzersiz Uygulanan Ratlarda L-Karnitin Takviyesinin Kaslarda Bazı Anabolik ve Katabolik Sinyal Yolakları Üzerine Etkisi*. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Kłapcińska, B., Kempa, K., Sobczak, A., Sadowska-Krępa, E., Jagsz, S., & Szołtysek, I. (2005). Evaluation of autoantibodies against oxidized LDL (oLAB) and blood antioxidant status in professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, *26*(01), 71–78.

Lawrence, R. A., & Burk, R. F. (1976). Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *71*(4), 952–958. https://doi.org/10.1016/0006-291X(76)90747-6

Loboda, A., Damulewicz, M., & Pyza, E. et al. (2016). Role of Nrf2/HO-1 system in development, oxidative stress response and diseases: an evolutionarily conserved mechanism. *Cellular and Molecular Life Sciences*, *73*(17), 3221–3247. https://doi.org/10.1007/s00018-016-2223-0

Narkhede, A. N., Jagtap, S. D., Nirmal, P. S., Giramkar, S. A., Nagarkar, B. E., Kulkarni, O. P., & Harsulkar, A. M. (2015). Anti-fatigue effect of Amarkand on endurance exercise capacity in rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *16*(1), 1–7.

Nguyen, T., Nioi, P., & Pickett, C. B. (2009). The Nrf2-antioxidant response element signaling pathway and its activation by oxidative stress. *Journal of Biological Chemistry*, *284*(20), 13291–13295. https://doi.org/10.1074/jbc.R900010200

Pingitore, A., Lima, G. P. P., Mastorci, F., Quinones, A., Iervasi, G., & Vassalle, C. (2015). Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition*, *31*(7–8), 916–922.

Placer, Z. A., Cushman, L. L., & Johnson, B. C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry*, *16*(2), 359–364.

Poss, K. D., & Tonegawa, S. (1997). Reduced stress defense in heme oxygenase 1-deficient cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *94*(20), 10925–10930. https://doi.org/10.1073/pnas.94.20.10925

Powers, S. K., & Lennon, S. L. (1999). Analysis of cellular responses to free radicals: Focus on exercise and skeletal muscle. *Proceedings of the Nutrition Society*, *58*(4), 1025–1033. https://doi.org/10.1017/S0029665199001342

RADak, Z., Kaneko, T., Tahara, S., Nakamoto, H., Ohno, H., SASVari, M., Nyakas, C., & Goto, S.

(1999). The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: evidence for beneficial outcomes. *Free Radical Biology and Medicine*, *27*(1–2), 69–74.

Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *The Lancet*, *356*(9225), 233–241. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02490-9

Rayman, M. P. (2012). Selenium and human health. *The Lancet*, *379*(9822), 1256–1268. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61452-9

Ren, C., Qi, J., & Li, W. et al. (2016). The effect of moderate-intensity exercise on the expression of HO-1 mRNA and activity of HO in cardiac and vascular smooth muscle of spontaneously hypertensive rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, *94*(4), 448–454. https://doi.org/10.1139/cjpp-2015-0122

Rumley, A. G., & Paterson, J. R. (1998). Analytical aspects of antioxidants and free radical activity in clinical biochemistry. *Annals of Clinical Biochemistry*, *35*(2), 181–200. https://doi.org/10.1177/000456329803500202

Sedlak, J., & Lindsay, R. H. (1968). Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry*, *25*(1), 192–205. https://doi.org/10.1016/0003-2697(68)90092-4

Sen, C. K. (1999). Glutathione homeostasis in response to exercise training and nutritional supplements. *Molecular and Cellular Biochemistry*, *196*(1–2), 31–42. https://doi.org/10.1023/A:1006910011048

Sever, A. (2020). *Ratlarda Selenyumun Yüzme Dayanıklılığı, Oksitatif Stres ve NRF2/HO-1 Protein Ekspresyonları Üzerine Etkisi*. Fırat Üniversitesi.

Smith, P. K., Krohn, R. I., Hermanson, G. T., Mallia, A. K., Gartner, F. H., Provenzano, M. D., Fujimoto, E. K., Goeke, N. M., Olson, B. J., & Klenk, D. C. (1985). Measurement of protein using bicinchoninic acid. *Analytical Biochemistry*, *150*(1), 76–85. https://doi.org/10.1016/0003-2697(85)90442-7

Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*, *8*(7), 235.

Szweda, P. A., Friguet, B., & Szweda, L. I. (2002). Proteolysis, free radicals, and aging. *Free Radical Biology and Medicine*, *33*(1), 29–36. https://doi.org/10.1016/S0891-5849(02)00837-7

Tessier, F., Hida, H., & Favier, A., et al. (1995). Muscle GSH-Px activity after prolonged exercise, training, and selenium supplementation. *Biological Trace Element Research*, *47*(1–3), 279–285. https://doi.org/10.1007/BF02790128

Urso, M. L., & Clarkson, P. M. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*, *189*(1–2), 41–54. https://doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00151-3

Vasankari, T. J., Kujala, U. M., Vasankari, T. M., Vuorimaa, T., & Ahotupa, M. (1997). Effects of acute prolonged exercise on serum and LDL oxidation and antioxidant defences. *Free Radical Biology and Medicine*, *22*(3), 509–513.

Vider, J., Lehtmaa, J., Kullisaar, T., Vihalemm, T., Zilmer, K., Kairane, A., Landõr, A., Karu, T., & Zilmer, M. (2001). Acute immune response in respect to exercise-induced oxidative stress. *Pathophysiology*, *7*(4), 263–270. https://doi.org/10.1016/S0928-4680(00)00057-2

Yamada, M., Iwata, M., Warabi, E., Oishi, H., Lira, V. A., & Okutsu, M. (2019). p62/SQSTM1 and Nrf2 are essential for exercise-mediated enhancement of antioxidant protein expression in oxidative muscle. *The FASEB Journal*, *33*(7), 8022–8032.

Üreme Mevsimindeki Romanov Koyunlarında Senkronizasyon Protokolleriyle Birlikte DVitamini Enjeksiyonunun Bazı Üreme Parametreleri Üzerine Etkisi

Doç. Dr. Semra Kaya[1], Arş. Gör. Gökhan Koçak[2]

[1]Kafkas Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-7520-6631

[2]Iğdır Üniversitesi, ORCID:0000-0003-1917-9090

ÖZET

Sunulan çalışmada üreme mevsiminde bulunan Romanov koyunlarında senkronizasyon protokolüne başlandığı gün D vitamini enjeksiyonunun kuzulama performansı ve bazı fertilite parametreleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlandı. Senkronizasyon protokolüne iki grup toplamda 40 adet romanov koyunu üzerinde çalışma ve kontrol grubu olmak üzere başlandı. Çalışma grubundaki koyunlara (n=23) kontrol grubundan (n=17) farklı olarak D vitamini enjeksiyonu (1 mL, Provet-D3®, Provet, TÜRKİYE) yapıldı. Tüm koyunların kızgınlık senkronizasyonları, 14 gün süreyle 20 mg flugestone asetat içeren vagina içi sünger (Chronogest®, FRANSA)ve süngerin çıkarılma anında 300 IU kas içi eCG (Chrono-Gest/PMSG®, ALMANYA) enjeksiyonu ile yapıldı. Her iki grupta östrus (%100), gebelik (%100) ve kuzulama oranı (%100) benzerdi. D vitamini uygulanan grupta çoklu kuzulama oranının (%91,3) kontrol grubundan (%71,59) yüksek olduğu belirlendi. Fekundite 55/23 (2,39) ve verimlilik oranı (2.4±0.2) da D vitamini uygulanan grupta daha yüksekti. Sonuç olarak D vitamini uygulamasının senkronizasyon protokolünden elde edilecek yavru veriminin artmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. D vitamini enjeksiyonlarının fertilite parametreleri üzerindeki etkilerini daha net ortaya koyabilmek için daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: D vitamini, Koyun, Mevsim içi, Senkronizasyon

Effect of Vitamin D Injection with Synchronization Protocols on Some Reproductive Parameters in Romanov Sheep in Breeding Season

ABSTRACT

In the present study, it was aimed to investigate the effect of vitamin D injection on lambing performance and some fertility parameters on the day the synchronization protocol was started in Romanov sheep in breeding season. The synchronization protocol was started on a total of 40 Romanov sheep in two groups, the study and the control group. Differently from the control group (n=17), the sheep in the study group (n=23) were injected with vitamin D (1 mL, Provet-D3®, Provet, TURKEY).The estrus synchronization of the all sheep were performed with 20 mg flugestone acetat impregnated intravaginal sponge (Chronogest®, FRANCE) for 14 days and 300 IU intramusculare CG (Chrono-Gest/PMSG®, GERMANY) at

the time of sponge removal.estrus (100%), pregnancy (100%) and lambing rate (100%) were similar in both groups It was determined that the rate of multiple lambing (91.3%) in the vitamin D administered group was higher than the control group (71.59%). Fecundity 55/23 (2.39) and productivity rate (2.4±0.2) were also higher in the vitamin D administered group.As a result, it is thought that the application of vitamin D may contribute to the increase in the yield of off spring to be obtained from the synchronization protocol. It has been concluded that more comprehensive studies are needed to more clearly reveal the effects of vitamin D injections on fertility parameters.

Keywords: Breeding season, D vitamin, Synchronization, Ewes.

GİRİŞ

Hayvan yetiştiriciliğinde verimliliğin sağlanması için en önemli unsur üremenin optimal düzeyde devam etmesidir. Bu amaçla koyun yetiştiriciliğinde hormonal uygulamalar ve beslenme stratejisinde değişiklikler yapılarak verim artırılmaya çalışılmaktadır. Mevsim içi dönemde östrusların senkronizasyonu amacıyla en fazla kullanılan hormon $PGF_{2\alpha}$ (luteal fazın kısaltılması) veya progesteron (luteal fazın yapay olarak uzatılması)'dur (İbiş ve Ağaoğlu 2016, Jainudeen ve ark. 2000, Kaçar ve ark. 2016,Kusina ve ark. 2000, Soydan ve Şen 2018).

D vitamini steroid hormon ailesine ait yağda çözünen bir vitamindir. Üreme üzerindeki etkilerini D vitamini reseptörü aracılığıyla gerçekleştirmektedir. D vitamini reseptörleri ovaryum, uterus, endometriyum ve plasenta gibi pek çok dokuya yayılmıştır (Shahrokhi ve ark. 2016,Yang ve Ma 2021).D vitamininin nöro endokrin sistem ve ovaryum fizyolojisinin düzenlenmesinde anahtar rol oynadığı, D vitamini reseptör sinyalinin dişilerde embriyonun canlılığı, implantasyonun korunması ve doğurganlık üzerine olumlu etkisinin olduğu açıklanmıştır (Yang ve Ma 2021).Ayrıca D vitamininin implantasyonu kolaylaştırmada rol oynayabileceği bildirilmektedir. Aktif D vitamini olan kalsitriolün hem T hücre fonksiyonunu hem de endometriyal hücrelerden sitokin üretimini azaltarak implantasyonda etkili olduğu bildirilmektedir (Turan 2018).D vitamini, optimal fetal büyümeyi desteklemek için plasentanın büyümesini ve aminoasit, yağ ve glikoz gibi besinlerin taşınımını değiştirmektedir. Plasentada besin taşınmasından sorumlu genlerdeki varyasyonun D vitamini reseptöründeki değişiklikten etkilenebileceği bildirilmektedir. Bu durum D vitamininin fötüsteki potansiyel rolü hakkında bilgi sunmaktadır (Cleal ve ark. 2017).

Sunulan çalışmada mevsim içi dönemde senkronizasyon protokolüne başlandığı gün D vitamini enjeksiyonunun bazı üreme parametreleriile yavru ağırlıkları üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Hayvan Materyali

Araştırma 2021 yılı Ekim ayında Iğdır ilindeki özel bir işletmede yetiştirilen2-4 yaşlı, 48-50 kg canlı ağırlığa sahip 40 adet Romanov ırkı koyunda yürütüldü. Çalışma da 6 adet koç kullanıldı. Hayvanlara günlük 800 gr arpa verildi. Kuru yonca ve su ad libitum olarak verildi.

Doğuma yakın ortalama 10 gün vitamin, mineral ve maya karışımı içeren yem katkısı (Euromix, Royal, Türkiye) verildi.

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanan izin sonrasında (KAÜ/HADYEK, 2021/158) yürütüldü.

Çalışma Yöntemi:

Çalışmaya dahil edilen koyunlar rastgele iki gruba ayrıldı. Senkronizasyon protokolüne başlandığı gün (Şekil 1) ilk gruptaki koyunlara (n=23)1 mLD3 vitamini enjeksiyonu (1000000 IU, Provet-D3, Provet, TÜRKİYE) yapıldı. 2. gruptaki koyunlar (n=17) ise kontrol grubu olarak değerlendirildi ve uygulama günü 1 mLserum fizyolojik kas içi olarak enjekte edildi. Tüm koyunlara 14 gün süre ile vücutta kalacak şekilde intravaginal sünger (20 mg flugeston acetat, Chronogest®, FRANSA) yerleştirildi. Süngerler çıkarıldıktan hemen sonra tüm koyunlara 300 IU eCG (Chrono-gest/PMSG, ALMANYA) enjeksiyonu yapıldı ve 16 saat sonra koçlar sürüye katıldı. Koç katımından sonra günde 2 defa (12 saat arayla) 30 dakika süresince östruslar takip edildi. Östrusların tarih ve saatleri kaydedildi. Çiftleşmeyi takip eden 30. gün ultrasonografi cihazı (Hasvet 838 model, HASVET, Türkiye)ile gebelik muayeneleri yapıldı. Her koyun için kuzulama tarihi ve yavruların cinsiyeti kaydedildi.

Reprodüktif parametreler, aşağıdaki formüller kullanılarak kaydedilen bulgulardan hesaplanarak elde edildi. Bu parametreler;

Östrus oranı [Östrus gösteren koyun sayısı/ Senkronize edilen koyun sayısı]x100,

Gebelik oranı [Gebe koyun sayısı/Östrüsleri belirlenip aşım yaptırılan koyun sayısı]x100,

Fertilite[Kuzulayan koyun sayısı/Çiftleşen koyun sayısı]x100,

Doğum oranı[Doğuran koyun sayısı/Gebe koyun sayısı]x100,

Koç altı koyun başına kuzu sayısı (fekundite)[Doğan kuzu sayısı/Çiftleşen koyun sayısı],

Doğuran koyun başına kuzu sayısı (litter size) [Doğan kuzu sayısı /Doğuran koyun sayısı],

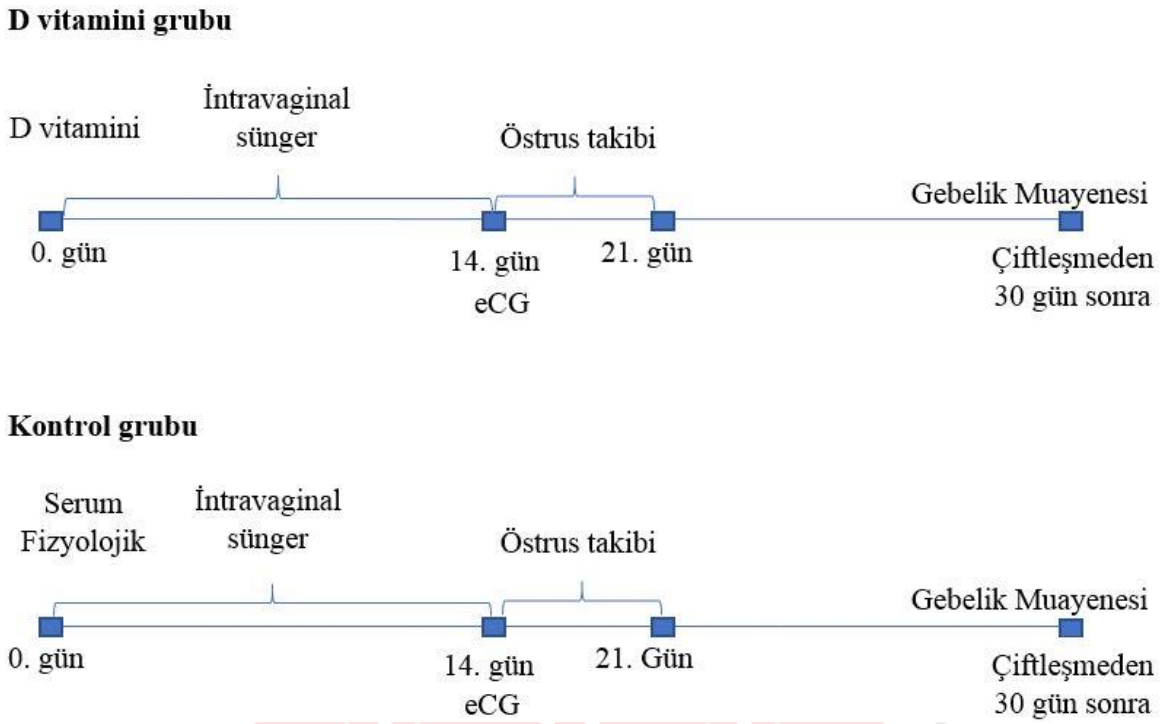
Tek yavru doğumu [Bir kuzu ile kuzulayan koyun sayısı/Doğum yapan koyun sayısı]x100,

Çoklu kuzulama [İki veya daha fazla kuzu ile doğum yapan koyun sayısı/Doğum yapan koyun sayısı]x100

İstatistiksel Analiz:

Verilerin analizleri SPSS® (SPSS 18, IL, USA) programında yapıldı. Gruplar arasında yüzde oranları ki-kare yöntemiyle karşılaştırıldı. Yavru ağırlıkları Student T testi ile analiz edildi. $P<0.05$ önemli kabul edildi.

Şekil 1. Gruplarda deney dizaynı



BULGULAR

İntravaginal sünger uygulanan koyunların hiçbirinde süngerin düşmediği tespit edildi. Romanov koyunlarında mevsim içi dönemde yapılan senkronizasyon protokolüne ait reprodüktif parametre sonuçları Çizelge 1'de sunuldu. Koç katımı ile östrus arası sürenin 6-30 saat arasında değiştiği ve östrus oranının her iki grupta %100 olduğu belirlendi. Senkronizasyonu takiben tüm koyunlarda gebelik şekillendi. Hiçbir koyunda embriyonik ölüme rastlanmadı. Çoğul doğum oranının D vitamini uygulanan grupta daha yüksek olduğu saptandı ($P<0.001$). Doğuran koyun başına kuzu sayısı oranının D vitamini uygulanan grupta kontrol grubundan yüksek olduğu belirlendi. D vitamini uygulanan grupta 2'si tekli, 21'i çoklu kuzulama ile toplam 55 kuzu elde edilirken, kontrol grubunda ise 5'i tekli, 12'si çoklu yavru doğumu ile toplam 35 kuzu elde edildi. D vitamini uygulanan grupta doğan yavruların 33'ü erkek, 22'si dişi iken, kontrol grubunda 13'ü erkek, 22'sinin dişi olduğu belirlendi. Kontrol grubundaki 4 kuzunun doğumu takip eden saatlerde öldüğü belirlendi.

Çizelge 1. Gruplardaki fertilite parametreleri

Parametreler	**D vitamini**	**Kontrol**
Tedavi edilen koyun sayısı (n)	23	17
Östrus cevap oranı (%)	23/23 (100)	17/17 (100)
Gebelik oranı (%)	23/23 (100)	17/17 (100)
Kuzulama oranı (%)	23/23 (100)	17/17 (100)
Tek yavru doğumu (%)	2/23 (8.7)	5/17 (29.1)
Çoklu kuzulama (%)	21/23 (91.3)[a]	12/17 (70.59)[b]

İkiz (%)	11/23 (47.83)	7/17 (41.18)
Üçüz (%)	9/23 (39.13)	4/17 (23.53)
Dördüz (%)	1/23 (4.35)	1/17 (5.88)
Koç altı koyun başına kuzu sayısı	55/23 (2.39)	35/17 (2.06)
Doğuran koyun başına kuzu sayısı	2.4±0.2	2.1±0.2
Ölüm oranı (kuzu)	0	4

n=koyun sayısı

Doğan kuzuların ortalama yavru ağırlıkları Çizelge 2'de sunuldu. Yavru ağırlıkları bakımından gruplar arasında fark olmadığı saptandı (P=0,46).

Çizelge 2. Gruplardaki kuzu doğum ağırlıklarının karşılaştırılması

Gruplar	**Ortalama yavru ağırlığı (kg)**	**Dişi kuzu ağırlığı (kg)**	**Erkek kuzu ağırlığı (kg)**
D vitamini	2.67±0.08	2.51±0.15	2.77±0.09
Kontrol	2.58±0.09	2.63±0.12	2.49±0.14

TARTIŞMA

Sunulan çalışmada üreme mevsiminde kızgınlıkları toplulaştırmak amacıyla yapılan senkronizasyon protokollerinden elde edilen yavru veriminde artış sağlamak amacıyla bu protokollere ek olarak D vitamini uygulaması yapılmıştır. Koyunlar mevsime bağlı poliöstrik hayvanlar olduğundan dolayı mevsim başında östrus gösterip gebe kalan koyun ile mevsim sonunda östrus gösterip gebe kalan koyun arasında oldukça uzun bir zaman farkı söz konusu olabilmektedir. Bu durumda doğumların farklı zamanlarda gerçekleşmesine, dolayısıyla sürüde tek tip bakım ve besleme programının yapılamamasına, barınakta doğumlara uygun bölmelerin ayarlanamamasına ve meraların etkin bir şekilde kullanılamamasına neden olmaktadır. Tüm bu gerekçeler daha fazla işgücüne ve ekonomik kayba neden olmaktadır (Alkan ve ark. 2012). Bu sebeple aşım sezonu çeşitli senkronizasyon protokolleri yapılmaktadır. Uçar ve ark. (2002) tarafından progesteron+eCG uygulamaları ile senkronize edilen koyunlarda sünger çıkarıldıktan sonraki 24-56 saatler arasında östruslar gözlemlenmiş ve östrus oranını %100 olarak belirlemişlerdir. Bir diğer çalışmada 14 günlük intravaginal progesteron uygulanan koyunlarda fertilite oranının %75 olduğu saptanmıştır.12 gün progestagen+eCGenjeksiyonu yapılan Romanov+Pelibuey koyunlarında östrus oranı %100 elde edilirken, fertilite oranının %65 olduğu belirlenmiştir. Koyun başına doğan kuzu sayısı 2,0±0,4, fekundite ise %140 olarak belirlenmiştir. Tekil gebelik oranı %7,7, çoğul gebelik oranı ise %92,3 olarak belirlenmiştir

(Macías-Cruz ve ark. 2013). Sunulan çalışma da ise bu çalışmalarla benzer şekilde östrus oranları %100 olduğu belirlenirken, fertilitenin daha yüksek olduğu (%100) saptandı. Hem kontrol hem de D vitamini uygulanan grupta kuzulayan koyun başına yavru sayısının ve fekunditenin daha yüksek olduğu görüldü. Bu değerler yönünden oluşan bu pozitif farkın kullanılan eCG dozundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

D vitamini dişilerin fertilitesinde önemli rol oynamaktadır (Kwiecinsk ve ark. 1989). Bu etkisini cinsiyet hormonlarının steroidogenezisini düzenleyerek oluşturmaktadır (Muscogiuri ve ark. 2017). İnsanlarda yapılan çalışmada ovaryumdakiD vitamini reseptörlerine granuloza ve kumulus ooforus hücrelerinde rastlanmıştır. Bilindiği üzere dişilerde cinsiyet steroid hormonlarının üretimi en fazla granuloza hücrelerinde olmaktadır. Bu durum D vitamini reseptörü aracılığı ile D vitamininin steroidogeneziste rol alan anahtar enzimlerin ekspresyonunu ve aktivitesini düzenleyerek üreme üzerine etki edebileceğini göstermektedir. D vitamininin hem ovaryumdan hem de plasentadan progesteron ve östradiol üretimini artırdığı bildirilmektedir(Muscogiuri ve ark. 2017). Ayrıca D vitamini föto-plasental birimlerden kalsiyum transportunda rol oynamaktadır (Cleal ve ark. 2017, Muscogiuri ve ark. 2017).Kalsiyumun subklinik yetersizliğinin ruminantlarda üreme kayıplarında önemli olduğu bildirilmektedir (Gabryszuk ve Klewiec 1996). D vitamini bağırsaklardan ve böbreklerden kalsiyumun geri emiliminde ve kemiklerden kalsiyum mobilizasyonunda rol oynamaktadır (Gabryszuk ve Klewiec 1996). Kalsiyum enjeksiyonu yapılan 3 yaşlı koyunlarda fertilitenin önemli oranda arttığı saptanmıştır. Benzer şekilde kuzulayan koyun başına yavru veriminin de sayısal olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Gabryszuk ve Klewiec 1996).D vitamini yetersizliği bulunan dişi ratlarda doğurganlığın ve yavru veriminin azaldığı belirlenmiştir. D vitamini yetersizliğinde normal ve sağlıklı yavru dünyaya gelme oranının %73 oranında azaldığı saptanmıştır (Kwiecinsk ve ark. 1989). Pırlak koyunlarında yapılan bir çalışma da çiftleşme günü A, D3 ve E vitamini enjeksiyonunun bazı reprodüktif parametreler üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada östrus oranı %92,5, kontrol grubunda ise %90 belirlenirken, gebelik oranları sırasıyla %87,5 ile %75 olduğu saptanmıştır (Birdane ve ark. 2020). Koyunlarda progesteron temelli senkronizasyon protokollerinin uygulandığı bir diğer çalışmada CIDR uygulandığı veya çıkarıldığı gün A ve E vitamini+Se enjeksiyonu yapılan grupta gebelik ve kuzulama oranının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Koyuncu ve ark. 2019). Yine E vitamini ve Selenyum enjeksiyonu yapılan bir çalışmada koyunlarda fekunditenin (148,1) kontrol grubundan (115,4) önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir (Koyuncu ve Yerlikaya 2007). Gebelik döneminde D vitamini uygulanan hayvanlarda hayatta kalma oranının daha yüksek olduğu mortalite oranının azaldığı bildirilmektedir. Gebeliğin son döneminde D vitamini enjeksiyonunun koyunlarda üreme performansını ve kuzuların sağ kalımını iyileştirdiği açıklanmıştır(Kobeisy ve ark. 2021).Bu çalışmaların yanı sıra, Zhou ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, D vitamini ile koyun başına doğan yavru sayısı arasında bir ilişki belirlememişlerdir. Yukarıdaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında sunulan çalışmada senkronizasyona başlandığı gün D vitamini enjeksiyonunun çoğul gebelik oranını artırdığı ve fekundite oranının daha yüksek olduğu belirlendi. Bu artışın D vitamininin folikülogenezis üzerine pozitif etki yapmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Yang ve Ma, 2021).

Zhou ve ark. (2019), D vitamini ile doğan yavru ağırlıkları arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada ise ortalama yavru ağırlıkları bakımından gruplar arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

Sonuç olarak senkronizasyon protokolüne başlandığı gün D vitamini enjeksiyonunun çoğul gebelik oranını ve fekundite oranını artırarak sürüde verimliliğin artmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Fertilite ile D vitamini uygulaması arasındaki ilişkinin daha net ortaya konulabilmesi için yemlerden alınan vitamin düzeyi ve kan D vitamini seviyesinin belirlenerek daha net sonuçların ortaya konulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Alkan, S., Kaşıkçı, G., Özdaş, Ö. B., Gündüz, M., Uçmak, M., & Yılmaz, Ö. T. (2012). Tahirova koyunlarında modifiye ovsynch protokolünün senkronizasyon ve fertilite oranlarına etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *38*(1), 37-42.

Birdane, M. K., & Avdatek, F. A. T. İ. H. (2020). Effect of vitamin A, D3, E treatment on fertility in the Pırlak sheep. *Kocatepe Veterinary Journal*, *13*(2), 179-184.

Cleal, J. K., Hargreaves, M. R., Poore, K. R., Tang, J. C., Fraser, W. D., Hanson, M. A., & Green, L. R. (2017). Reduced fetal vitamin D status by maternal undernutrition during discrete gestational windows in sheep. *Journal of developmental origins of health and disease*, *8*(3), 370-381.

Gabryszuk, M., & Klewiec, J. (1997). Effect of injecting 2-and 3-year-old ewes with calcium and magnesium on reproduction and rearing of lambs. *Small Ruminant Research*, *23*(2-3), 151-155.

İbiş. M., Ağaoğlu AR (2016). Koyun ve Keçilerde Üremenin Senkronizasyonu. MAE Vet Fak Derg, 1(2), 47-53.

Jainudeen, M. R., Wahid, H., & Hafez, E. S. E. (2000). Sheep and goats. *Reproduction in farm animals*, 172-181.

Kaçar, C., Kaya, S., Kuru, M., & Zonturlu, A. K. (2016). Koyun ve keçilerde üremenin denetlenmesinde güncel yöntemler. *Turkiye Klinikleri J Vet Sci Obstet Gynecol-Special Topics*, *2*(1), 29-37.

Kobeisy. M. A., Badry. G., Ata. A., Salem. A. (2021). Effect of vıtamın D injectıon on reproductıve performance of Saidi ewes. *Egyptian J Nutritionand Feeds*, 24(2), 17-23.

Koyuncu. M., Altınçekiç. Ş.Ö., Nageye. F.I. (2019). Anöstrus Dönemindeki Koyunlarda CIDR, Vitamin A, E+Selenium Kullanımının Döl Verimine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg,*22(Ek Sayı 1), 179-187. doi: 10.18016/ksutarimdoga.vi.560334

Koyuncu, M. E. H. M. E. T., & Yerlikaya, H. (2007). Effect of selenium-vitamin E injections of ewes on reproduction and growth of their lambs. *South African Journal of Animal Science*, *37*(4), 233-236.

Kusina, N. T., Tarwirei, F., Hamudikuwanda, H., Agumba, G., & Mukwena, J. (2000). A comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants, PGF2alpha, and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of Mashona goat does. *Theriogenology*, *53*(8), 1567-1580.

Kwiecinski, G. G., Petrie, G. I., & DeLuca, H. F. (1989). Vitamin D is necessary for reproductive functions of the male rat. *The Journal of nutrition*, *119*(5), 741-744.

Macías-Cruz, U., Ponce-Covarrubias, J. L., Álvarez-Valenzuela, F. D., Correa-Calderón, A., Meza-Herrera, C. A., & AvendaÑo-Reyes, L. (2013). Reproductive efficiency of Pelibuey and Romanov× Pelibuey ewes synchronized with synthetic progesterone and low doses of PMSG under a hot environment. *Czech Journal of Animal Science*, *58*(12), 546-553.

Muscogiuri, G., Altieri, B., de Angelis, C., Palomba, S., Pivonello, R., Colao, A., & Orio, F. (2017). Shedding new light on female fertility: the role of vitamin D. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, *18*(3), 273-283.

Shahrokhi, S. Z., Ghaffari, F., & Kazerouni, F. (2016). Role of vitamin D in female reproduction. *Clinica chimica acta*, *455*, 33-38.

Soydan, E., & Şen, U. (2018). Karayaka Koyunlarında Gonadotropin Salgılatıcı Hormon Uygulamasının (GnRH) Ovaryum Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, *6*(4), 508-512.

Turan, Ö. D. (2018). Vitamin D Level and Infertility. *Meandros Medical and Dental Journal*, *19*(2), 106.

Uçar, M., Gündoğan, M., Özdemir, M., Tekerli, M., Eryavuz, A., Saban, E., & Özenç, E. (2002). Değişik ırk koyunlarda Progesteron+ eCG ile östrusların senkronize edilmesi ve hayvanlarda Kolesterol ile Progesteron seviyelerinin araştırılması. *Veteriner Bilimleri Dergisi. Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, *18*(3-4), 79-85.

Yang, P., & Ma, Y. (2021). Recent advances of vitamin D in immune, reproduction, performance for pig: A review. *Animal Health Research Reviews*, 1-11.

Zhou, P., McEvoy, T. G., Gill, A. C., Lambe, N. R., Morgan-Davies, C. R., Hurst, E., ... & Mellanby, R. J. (2019). Investigation of relationship between vitamin D status and reproductive fitness in Scottish hill sheep. *Scientific reports*, *9*(1), 1-10.

KOYUNLARDA SEKSÜEL SENKRONİZASYON VE ÖSTRUSUN UYARILMASI

Arş. Gör. Gökhan Koçak

Iğdır Üniversitesi, ORCID:0000-0003-1917-9090

ÖZET

Günümüzde mera alanlarının azalmasına bağlı olarak koyun yetiştiriciliği olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu durumdan dolayı koyunlarda verim özelliklerinin arttırılması amacıyla farklı alternatif kaynaklara ulaşılmak istenmektedir. Koyunların gebelik sürelerinin kısa olması, bir batında elde edilen yavru sayısının fazla olması ile beraber sürü idaresindeki kolaylığın olması yetiştiriciler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Seksüel sezona bağlı olarak, kuzularda verimin arttırması için sürü idaresinin ve seksüel senkronizasyon programlarının uygulanması önem kazanmıştır. Östrusların kontrol edilmesi bu noktada önemli uygulamalardan biridir. Modern koyunculuk yetiştiriciliği östrusun uyarılması yada östrus senkronizasyon yöntemlerine başvurmaktadır. Bu yöntemlerin değişik hormonların verilmesi ile ya da doğal yöntemlerin kullanımı ile östrussiklusu kontrol edilebilir hale gelmiştir. Bu derlemede koyunlarda seksüel senkronizasyon ve östrusun uyarılması amacı ile uygulama alanı bulan yöntemlerözetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Koyun, Senkronizasyon,Östrus, Hormon.

Sexual Synchronization And Stimulation Of Oestrus İn Sheep

ABSTRACT

Today, sheep farming is adversely affected due to the decrease in pasture areas. Because of this situation, it is desired to reach different alternative sources in order to increase the yield characteristics of sheep. The fact that the gestation period of the sheep is short, the number of offspring obtained in one litter is high, and the ease of herd management are more preferred by the breeders. Depending on the sexual season, it has become important to apply herd management and sexual synchronization programs to increase productivity in lambs. Controlling estrus is one of the important applications at this point. Modern sheep breeding relies on estrus stimulation or estrus synchronization methods. The estrus cycle has become controllable with the administration of different hormones or the use of natural methods. In this review, the methods that have found application for the purpose of sexual synchronization and induction of estrus in sheep are summarized.

Keywords: Sheep, Synchronization,Oestrus,Hormone.

GİRİŞ

Mevsime bağlı poliöstrik hayvanlar olan koyunlarda, üreme faaliyetlerindeki değişim gün ışığının süresinin uzaması veya kısalması ile ilişkilidir(1,2,3). Günlerin kısalması ile ışık alma süresi azalarak pineal bezlerden melatonin hormonu salgılanması artar. Melatonin seviyesinin artışı hipotalamus tarafından GnRH salgılanımını artırarak hipofiz ön lobundan FSH ile LH'nın salınımını stimüle etmektedir. FSH'ın kan yolu vasıtası ile ovaryumlara gelmesi ile follikülerin gelişimi başlar(4,5). Koyunlarda seksüel siklus içinde üç adet folliküler dalgalanma görülmektedir. İkisi diöstrus zamanında diğeri proöstrusta sürecinde şekillenir. Proöstrusta folliküler gelişim hızlı olarak şekillenmektedir(5). Ek olarak gün ışığı alma süresine (fotoperiyot), yaş, coğrafi bölge, ırk, düşük çevre ısısı, beslenme ve koç katımı da üreme sezonu başlamasında önemli faktörlerdendir(6). Koyunlarda siklus günlerin kısaldığı sonbahar ayında başlar. Koyunlar üreme sezonunun dışında östrus göstermeyip bu dönem "anöstrus" dönemi şeklinde adlandırılmaktadır(7). Koyunlarda puberta 6-9 aylık iken, yetiştirme olgunluğuna ise 9-15 aylıkken ulaşırlar(5,7). Yetiştirme aralığında görülen bu süreç çiftleşme mevsimi ile anöstrus süreci kaynaklıdır. ilk ovulasyonla görülen östrus puberta başlangıcı olup hipotalamus, hipofiz ve ovaryumlardan salınan hormonlar tarafından kontrolü sağlanır(5). Seksüel siklus süresi koyunlarda 14-19 gün olup sıcak iklim yada çiftleşme mevsimi sonuna doğru uzun bir süreç olabilir. Siklus süresi büyümekte olan ovulatör follikül ile ovulasyon sürecinin tamamlandığı 2-3 günlük sürecin kapsanmış olduğu folliküler faz ile beraber ovaryumda aktif bir şekildeki korpus luteumun (CL) bulunduğu luteal fazı kapsamaktadır(8). Koyunlar 24-36 saatlik bir östrus süresine sahiptirler(3). Koyun yetiştiriciliğinde asıl amaç masrafın az olması ayrıca minimum koyundan maksimum verim ve üreme performansının artırılmasına yönelik uygulama yöntemleri hedeflenmektedir. Bu çerçevede hormonal ve doğal yöntemlerin tek başına veya birlikte uygulanması ile koyunlarda östrus ve ovulasyonlar uyarılıp senkronize edilmeleri ile döl verimlerinde artışlar sağlanmaktadır(3,9). Koyunlardaki uygulanacak olan östrus senkronizasyon yöntemleri ile folliküler ve luteal fazın kontrolü sağlanmaktadır. Östrus senkronizasyon yöntemi sayesinde östrusların kısa süre içerisinde toplulaştırılması ile östrus takibine gerek kalmadan kontrollü olarak tohumlamalar yada doğal aşımlar yapılabilir. Doğumların belirli bir zamanda olması ve ikizlik ve üçüzlük oranının yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Östrus senkronizasyonu sonrasında eğer gebe kalmayan koyun var ise bunların takibi kolaylaşmaktadır. Ayrıca gruplandırmaların yapılması ile beslenme protokollerinin daha rahat uygulanabilmesi, sezon dışı üretimin devam ettirilebilmesi ile koyun eti ve sütünün talep edildiği dönemlere göre doğumların ayarlanabilmesine olanak sağlamaktadır(5.7). Koyunlar için östrus senkronizasyonu farklı metotlar ile uygulanabilmektedir. Bunlar; hormonların uygulaması ile seksüel siklus luteal fazı kontrolü, fotoperyotun düzenlemesi esasına dayanan hormonal girişimler, koç katımı ve ışık ayarlaması yapılan doğal yöntemlerdir(6,1). PGF2 alfa ve analoglarının kullanımı, progestagenler ile seksüel siklusun luteal fazı kontrol edilirken, melatonin sayesinde fotoperiyod düzenlenmektedir(11). Ayrıca bu hormonlar ile birlikte gebe kısrak serumu (PMSG), HCG, östrojen ve gonadotropin salınım hormonu (GnRH) hormonlarıda kombinasyon olarak kullanılabilmektedir(12.13).

Östrus senkronizasyonu

Evcil hayvanlardaki östrus ve ovulasyon sürecinin istenilen zaman aralığında gerçekleşmesi için yapılan uygulamalara genel anlamda"seksüel senkronizasyon" adı verilmektedir(1). Seksüel senkronizasyon; üremenin belirlenmiş olan bir plan dahilinde yürütülebilmesi, çiftleştirmenin toplu bir şekilde kısa zaman aralığında tamamlanması, gebelik için yapılan tohumlama sayısının azaltılması, istenilen zamandaki doğumların gerçeklemesi, barınak ve iş gücünden daha iyi verim sağlamak, işletmede üretilip elde edilen ve pazarlanacak ürün fiyatlarının en makul olduğu dönemdeki sürece göre planlamanın yapılabilmesine imkan sağlamaktadır(14).

Senkronizasyonun veya östrusun uyarılması için doğal yöntemler

Koç etkisi

Memelilerin üreme fizyolojileri ve seksüel faaliyetlerindeki süreç androjenik hormonlar ile kontrol edilerek yapağı, idrar ve yağıltıda bulunan feromonlar tarafından etkisi ortaya çıkmaktadır (15,16). Koç etkisi sayesinde anöstrus dönemi aralığında koçlar belirli bir süre koyunlardan uzaklaştırılıp sürüye katılmaları ile östrusların uyarılması sağlanabilir(16,17). Anöstrus mevsiminden itibaren üreme mevsiminin başlangıcına kadar ki geçiş süresince koçların ayrılması ve koyunlarla bir araya getirilmesi sonucunda 3-6 günlerde ovulasyonun uyarılması ile beraber ortalama olarak 17-24 gün aralığına belirgin olarak östrus aktiviteleri ortaya çıkmaktadır. Koyunların tüm sürü boyunca yaklaşık olarak yarısında ilk ovulasyon sonrası meydana gelen korpus luteumları gelişimini tamamlamadan regrese olmakta ve normal olarak luteal aktivite ile ilişkili olan ikinci ovulasyon süreci bunu takip etmektedir. Koyunlarda meydana gelen bu etki koçlardaki yağ bezlerinden salgılanmakta olan feromonların neden olduğu bildirilmektedir(1). Feromonlar, vücutta idrar, dışkı yolu ve salgı bezleri ile birlikte doğrudan dışarı salınarak etkilerini gösterirler(18). Bu uygulamada koyunların 28-42 gün kadar koçlardan ayrı tutulması dişi ve erkeklerin birbirini görmemesi ve kokularına maruz kalmamaları gerekmektedir(16,17). Koçlar sürekli bir şekilde koyunlarla bir arada tutulur ise koçların uyarıcı etkinliği azalmaktadır. Bundan dolayı koç katımı gerçekleştirilecek ise koçlar ve koyunlar ayrı bir alanda tutularak bir araya getirilmeleri sağlanmalıdır(19). Koyun yetiştiriciliğinde kullanılacak olan koçlar için öncelik tercih olgun koyunlar olmakta olup gençlere olan ilgi daha az olmaktadır. Bundan dolayı olgun ve ilk defa çiftleştirilecek koyunların ayrı bir şekilde çiftleştirilmesi başarı şansını artıracaktır(16). Koyunlardan izole edilerek bekletilmiş olan koçlar koyunlar ile birlikte bir araya getirildiklerinde koçlardan salgılanan feromonların etkisi ile koyunlardaki üreme mekanizmaları uyarılmaktadır(20). Koç katımının avantajı diğer farmakolojik yöntemler ile karşılaştırıldığında ekonomik olmasının yanında kimyasal ajan kullanımına bağımlılığı azaltan avantajlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Koç katımının yapılması ile beraber koyunlarda pulzatif GnRH salınımının düzenlenmesi sağlanmakta buna bağlı olarak da tonik lüteinleştirici hormon sekresyonu artışı şekillenmektedir. Koç katımı yapılmadan önce progesteron uygulaması yapılır ise östrus ve ovulasyon oranında da artış sağlanabilmektedir. Laktasyon anöstrusu ve geçiş dönemi sürecinde koçların koyunlardan ayrı tutulması sonucunda da östrus ve ovulasyonun uyarılması gerçekleşmektedir(9,18).

Gün ışığı etkisi

Üreme mevsimi dışındaki gün ışığının süresindeki değişimler sonucu koyunların ovaryum faaliyetleri de uyarılmaktadır. Koyunlarda fotoperiyot mekanizmasının taklit edilmesi ile gün ışığı alma sürelerinin kısaltılarak yada gün ışığının ayarlanması sonucu ışık alma süresi arttırılarak daha sonrasın da karanlık periyodundaki artışa gidilerek östrusa ulaşabilmeleri sağlanabilir. Bu uygulamaların koç katımı ile yapılması sonucu daha iyi sonuçlar elde edilmektedir(19,20). Gebelik sürecindeki dönemde gün ışığı süresinin azaltılması ile doğum sonrasındaki dönemde hormon uygulamasına ihtiyaç kalmadan östrus aktivitelerinin uyarıldığı belirtilmiştir. Işık kontrolü ile östrusların uyarılması sayesinde hormon kullanımı gibi kimyasal kalıntıların önüne geçilmiş olunup ekonomik olarak avantajlar sağlamaktadır(21). Koyunlarda üreme mevsimi sürecinde gün ışığındaki azalma ile beraber beslenme, çevre ısısı ve ırk özelliklerininde etkili olduğu bilinmektedir(3). Kısa süreli besleme ile birlikte ovulasyon oranlarında artış meydana geldiği bildirilmiştir. Bu amaçla 14 günlük bir süre flurogestone acetate uygulaması sonucunda 8-14. günler arası uygulanan beslenme protokollerinin ek besleme yapılayanlara kıyasla % 64 oranda daha çok ovulasyon oranları elde edilmiştir(22).

Beslenmenin etkisi

Vucüt kondüsyonu normal olan koyunlar üreme mevsimi başlangıcında ve sonundaki süreçte eğer enerjice zengin beslemeye tabi tutulur ise döl veriminde artış görülmektedir. Bu uygulama genelde ovulasyon oranının artırılması için başvurulmuş bir yöntemdir. Üreme mevsimindeki koyunlarda enerji yetersizliği sonucunda ovulasyon oranında azalma ve embriyo kayıplarındaki artıştan dolayı üreme performanslarıda olumsuz olarak etkilenir. Koyunlara çiftleşmeden ortalama 1 ay öncesinde uygulanan enerji alımındaki (flushing) artış sonucunda reprodüktif verimliliklerinde artışlar sağlanmaktadır(1).

Senkronizasyonun veya östrusun uyarılması için kullanılan hormonlar

Koyunların seksüel senkronizasyon ile aşım mevsimi geçiş döneminde, üreme mevsimindeki olan koyunlarda ve anöstrus dönemi içinde olanlara farklı uygulamalar yapılabilmektedir. Üreme mevsimi geçiş döneminde melatonin, progestagenler, prostaglandin ve bunlara ek kombine olarak da luteinleştirici hormon yada PMSG hormonundan faydalanılmaktadır(23).

Progestagenler

Koyunlarda progestagen uygulaması, üreme sezonu ve sezon dışı östrus senkronizasyonunda en çok kullanılan uygulamalardan biridir. Progestagen kullanımında genel ilke korpus luteumu taklit etmektir(6,24,25,26). Bu uygulama ile hipofiz ön lobunda meydana gelen olumsuz geri bildirim ile siklik aktivitenin başlamasını uyarmakta olan gonadotropinlerin salınımı baskılanmış olur. Progesteron kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra yada progesteron etkisi azalınca bu baskı ortadan kalkarak östrus şekillenir ve ovulasyon meydana gelir(3). Progesteron uygulamaları, PGF2α ve PMSG hormonları ile kombine kullanıldıklarında anöstrus sezonunda bulunan koyunlardaki başarı oranlarında artış sağlanmaktadır. PMSG hormonu uyguladıktan 2-3 gün sonrasında östrus belirtilerinin ortaya çıkması görülebilmektedir(6,7).

Gestagenlerin koyunlarda genelde 12 gün kadar bir sürede kullanılmaktadır. Foliküler gelişimin yetersiz olduğu üreme mevsimi dışındaki yapılan uygulamalarda, gestagen kaynağının uzaklaştırılmasından 48 saat öncesi eCG uygulaması yapılıp foliküler gelişim ve ovulasyon

desteklenmektedir(27). Pratik amaçla günümüzde üremenin denetlemesi için kullanılmakta olan progestagenler; progesteron, flurogeston asetat (FGA), medroxy progesteron asetat (MAP),melengestrol asetat (MGA), megestrol asetat (MA), norethandrolon (NEA), klormadinon asetat (CAP) ve norethisteron asetat (NET) şeklinde sıralanabilir. Progestagenler; deri altı implant, intravaginal ve oral yolla uygulama olarak kullanılabilmektedirler. Uygulama şekline göre 1-4 saat içinde kan progesteron düzeyinde yükselme meydana gelmektedir(28). Koyunlarda progestagenler; sünger yada slikon araçlar içerisine emdirilmiş şekilde intravaginal olarak uygulanabilmektedirler. Ticari şekilde etken maddesine göre 2 tip sünger ve 1 tip silikon araç vardır. Bunlar; 20 mg FGA içeren Choronogest® (MSD Hayvan Sağlığı, Türkiye) 60 mg MAP içeren Esponjavet® (HIPRA Hayvan Sağlığı, Türkiye) ve 0.33 g progesteron içeren CIDR-Controlled Internal Drug Release Device® (Zoetis Hayvan Sağlığı, Türkiye) olarak sıralanabilir. İntravaginal progestagen uygulamalarına alınan yanıt; mevsim, ırk, yardımcı uygulama, kullanılan araç, beslenme ve çiftleştirme yöntemi gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir(9). Deri altı implant uygulamaları 3.3 mg norgestomet emdirilmiş implantlar olarak kullanılabilmektedir (Crestar® , MSD Hayvan Sağlığı, Türkiye). Her iki tür uygulamada 9-14 günlük bir süreci kapsamakta olup östruslar senkronize edilmektedir(9). Progesteronun oral uygulamalar şeklinde uygulanması ise üreme mevsimine geçiş döneminde kullanılmaktadır. Her bir koyun için 0.125 mg MGA günde iki kez olmak üzere 9-14 gün arayla verilmesi östrusların senkronize edilmesini sağlar (MGA®, Yem Katkı Maddesi, Pharmacia&Upjohn, ABD) (29,30).

İntravaginal olarak progestagen içeren araçlardaki uygulama kolaylıkları; oral uygulamalar ve deri altı implant uygulamalarının kullanım alanlarını daraltmıştır. Progestagen kaynaklı östrus senkronizasyon yöntemlerinde, uygulama için ovulasyondan 5 gün sonra başlanır ise korpus luteum normal zamanı içinde regrese olmaktadır. Uygulamaya daha erken başlanıldığında ise korpus luteum regresyonunun ötelenmesi gerçekleşir. Bundan dolayı üreme sezonu içerisinde senkronizasyon uygulaması yapılacak ise progesteron kaynağı uzaklaştırılmadan 24-48 saat önce doğal korpus luteumu lize etmek için PGF2α uygulaması yapılmalıdır(31).

Prostaglandin F2α ve analogları

PGF2α ve analoglarının uygulanması luteolitik etkileri ile birlikte korpus luteum üzerinde regresyona sebep olmalarıdır. Senkronizasyon amaçlı koyunlarda prostaglandinlerin kullanım alanı oldukça sınırlıdır. Uygulamanın etkili olarak sonuç vermesi için verilecek hormona duyarlı bir korpus luteumun olması gerekmektedir. Bundan dolayı PGF2α kaynaklı bir senkronizasyon programı uygulanacak ise üreme sezonu tercih edilmelidir(27,32). Üreme mevsimi içinde bazı yazarlar prostaglandin kullanımının 9-11 gün arayla, bazıları ise 8-9 gün ara ile iki enjeksiyon şeklinde uygulanabildiğini bildirilmişlerdir. Enjeksiyondan sonraki 36-46 saatler arasında östruslar görülmüştür(31,34,35).

Melatonin

Epifizden salgılanan melatonin hormonu etkisi ile hipotalamustan salgılanan GnRH'nın pulzatif salınımı uyarılmaktadır. GnRH salınımında meydana gelen değişiklik sonucu, dişilerdeki ovulasyon ve öncesinde oluşan değişimlerden sorumlu olan lutenizasyon hormonundaki değişikliklerde eş zamanlı olarak uyarılmış olur(29). Melatonin gün ışığı

süresinin azalmasıyla karanlık sürecin reprodüktif aktivite üzerindeki gösterdiği etkileye benzer bir mekanizmayı taklit etmektedir. Anöstrus dönemde melatonin uygulaması ile birlikte üreme mevsimi başlatılabilir(33,36).
Melatoninin bu özelliğinin kullanılması amacıyla, özellikle geçiş döneminde dışarıdan hormon uygulamaları ile birlikte bu etki sağlanabilir. Melatonin hormonunun; enjeksiyon, implant ve oral yolla kullanılan formları bulunmaktadır(28).

Gonadotropinler (GnRH, PMSG, HCG)

Hipotalamus tarafından sentezlenip adenohipofizden FSH ve LH salınımını kontrol eden GnRH, yüksek oranda olmasa da anöstrus dönemindeki koyunlarda ovaryum faaliyetlerinde ve senkronize edilmiş sikluslar için ovulasyon şansının arttırması için kullanılmaktadır(37). Senkronizasyon yöntemi için kullanılacak GnRH enjeksiyonları 100 µg dozunda, sünger çıkarıldıktan 24 saat sonrasında üreme mevsiminde kullanılabilmektedir. Fakat, bu uygulamanın anöstrus dönemindeki ovulasyon zamanında etkisi yoktur(34). Koyunlarda senkronizasyon programları ile ovulasyonun uyarılması için intravaginal uygulamalara ek olarak gonadotropinlerde rutin olarak kullanım alanı bulmaktadır. Bu amaç için en yaygın olarak kullanılmakta olan ürün kısrak koriyonik gonadotropini (eCG)'dir. Koyunlarda kullanılan eCG; anöstrust dönemde östrus ve ovulasyonun uyarılması ile senkronizasyonu sağlamak ile birlikte üreme mevsimde ise daha etkili bir senkronizasyonun elde edilmesi amacı ile kullanılır. Bunlara ek doz artırımınında yapılması sonucunda ovulasyon şansının yükseltilmesi ve ikiz gebeliklerin elde edilmesi amacıyla da kullanılabilmektedir(31).
Anovulatör koyunlarda ovulasyonun uyarılması için intravaginal uygulamalara ek olarak gonadotropinlerde kullanılmaktadır. Bu amaç için yaygın olarak PMSG hormonu kullanılır(31). PMSG, gebe kısrakların serumundan elde edilen gonadotropin (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) hormon olup, equine chorionic gonadotropin (eCG) hormonu olarak da bilinmektedir. Alternatif östrus senkronizasyonu yöntemleri ile birlikte kullanılmaktadır(6,38). Bu hormon anöstrus dönemdeki koyunlarda östrus ve ovulasyonun ortaya çıkmasını arttırmaktadır. Koyunlarda kullanılan gebe kısrak serum gonadotropini(PMSG), anöstrusta östrusun ve ovulasyonun uyarılıp senkronizasyonun sağlaması, üreme mevsimde de daha etkili bir senkronizasyonun elde edilmesi amacıyla kullanılır. Buna ilaveten doz artırımının yapılması ile ovulasyon şansının yükseltilmesi ve ikiz gebeliklerin elde edilmesi içinde kullanılabilmektedir. Gebe kısrak serum gonadotropini, aşım mevsiminde ise 300-600 I.U, anöstrus döneminde ise 400-700 I.U dozlarıda yeterli etki göstermektedir(21,38,39). Ekzojen olarak kullanılan gonadotropinlerin ovulasyon sayısını arttırmasına karşın uygulanan doz miktarına bağlı olarak verilen yanıtı çok değişmekte olup bazen de embriyonik kayıplara yol açabilmektedir(1).

Sonuç

Koyunlarda östrus senkronizasyonunda uygulanan hormonlar ile döl veriminin artırılabilmesi sağlanırken, beraberinde ekonomik olarak da kazanç elde sağlanılmaktadır. Ancak, kullanılacak uygulamalardan önce hangi dönemde ne tür bir uygulama yaparak verimliliğin artırılacağı değerlendilirip uygun yöntemlerin seçilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Jainudeen, M.R., Hafez, E.S.E. (1993). Sheep and Goat. In: Reproduction in Farm Animals, Ed; E.S.E. Hafez, 6th edition, pp: 330-342. Lea&Febiger, Philadelphia.

2. Baştan, A. (1995). Akkaraman ırkı koyunlarda melatonin ve progestagen uygulamalarının reprodüktif performans üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *42*(03

3. Özyurtlu, N., & Macun, H. C. (2005). Koyunlarda seksüel siklus ve follikül dinamiği. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, *76*(2), 50-53.

4. Ataman, M. B., Aköz, M., Fındık, M., & Saban, E. (2009). Geçiş dönemi başındaki Akkaraman melezi koyunlarda farklı dozda flourogestene acetate, norgestomet ve PGF2α ile senkronize östrüslerin uyarılması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, *15*(5), 801-805.

5. Canoğlu, E., Sarıbay, K. (2013). Üreme Kanalının Morfolojisi ve Üreme Fizyolojisi. Semecan A, Kaymaz M, Fındık M, Rişvanlı A, Köker A, editörler. Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji. Medipres Yayıncılık; p.521- 48

6. Uçar, M., Özyurtlu, N. (2013). Üremenin denetlenmesi. Semecan A, Kaymaz M, Fındık M, Rişvanlı A, Köker A, editörler. Çiftlik Hayvanlarında Doğum ve Jinekoloji. Medipres Yayıncılık; p.549-65

7. Ataman, M., & Çoyan, K. (2002). Koyun keçilerde reprodüksiyon ve suni tohumlama. *Evcil Hayvanlarda Dölerme ve Sun'i Tohumlama*, 137-156.

8. Karaca, F., Ataman, M B., Coyan, K. Synchronization of estrus with short- and long-term progestagen treatments and the use of GnRH prior to short-term progestagen treatment in ewes. Small Ruminant Res 2009;(81):185-8

9. Lindsay, D. R. (1991). Reproduction in the sheep and goat. In *Reproduction in domestic animals* (pp. 491-515). Academic Press.

10. Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal reproduction science*, *130*(3-4), 173-179.

11. Blaschi, W., Lunardelli, P. A., Marinho, L. S., Max, M. C., Santos, G. M., Silva-Santos, K. C., ... & Seneda, M. M. (2014). Effects of progestagen exposure duration on estrus synchronization and conception rates of crossbreed ewes undergoing fixed time artificial insemination. *Journal of veterinary science*, *15*(3), 433-437.

12. Akoz, M., Bulbul, B., Bozkurt A, M., & Dere, S. Ü. L. E. Y. M. A. N. (2006). Induction of multiple births in Akkaraman cross-bred sheep synchronized with short duration and different doses of progesterone treatment combined with PMSG outside the breeding season. *Bulletin-Veterinary Institute in Pulawy*, *50*(1), 97.

13. Ataman, M. B., & Aköz, M. (2006). GnRH-PGF2α and PGF2α-PGF2α synchronization in Akkaraman cross-bred sheep in the breeding season. *Bull Vet Inst Pulawy*, *50*(1), 101-104.

14. Whitley, N. C., & Jackson, D. J. (2004). An update on estrus synchronization in goats: a minor species. *Journal of Animal Science*, *82*(suppl_13), E270-E276.

15. Rajamahendran, R., & Raniowski, J. (1993). Effects of PMSG and ram contact on the reproductive performance of progestagen-treated ewes during breeding and anestrous seasons. *Small Ruminant Research*, *10*(4), 341-347.

16. Yılmaz, M., Bardakçıoğlu, H. E., & Taşkın, T. (2009). Koç etkisinin kullanımı ve koyun yetiştiriciliği açısından önemi. *Hayvansal Üretim*, *50*(2).

17. Şeniz, Ö. Z. İ. Ş., & Kaymakçı, M. Tekelerde Eşeysel Davranışlar. *Hayvansal Üretim*, *44*(1).

18. Rekwot, P. I., Ogwu, D., Oyedipe, E. O., & Sekoni, V. O. (2001). The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal reproduction science*, *65*(3-4), 157-170.

19. Kennedy D. (2008). Out-of-Season Breeding Alternatives for sheep. Replaces OMAFRA Factsheet 02-063. Erişim Adresi: http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/sheep/facts/08-065.htm Erişim Tarihi: 31/12/2010.

20. Godfrey, R. W., Collins, J. R., Hensley, E. L., & Wheaton, J. E. (1999). Estrus synchronization and artificial insemination of hair sheep ewes in the tropics. *Theriogenology*, *51*(5), 985-997.

21. Zeleke, M., Greyling, J. P. C., Schwalbach, L. M. J., Muller, T., & Erasmus, J. A. (2005). Effect of progestagen and PMSG on oestrous synchronization and fertility in Dorper ewes during the transition period. *Small ruminant research*, *56*(1-3), 47-53.

22. Pearse, B. H. G., McMeniman, N. P., & Gardner, I. A. (1994). Influence of body condition on ovulatory response to lupin (Lupinus angustifolius) supplementation of sheep. *Small Ruminant Research*, *13*(1), 27-32.

23. Alaçam E. (2007). Üremenin Kontrolü. (Alınmıştır) Evcil Hayvanlarda Doğum ve infertilite. Ed: Erol Alaçam, 6. Baskı, s. 71- 80, Medisan Yayınevi, Ankara

24. Goodman, R. L. (1994). Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. *The physiology of reproduction*, 659-710.

25. Nur, Z. (2015). Koyun ve keçilerde yıl boyu dölverimi artırmaya yönelik uygulamalar. 2. *Koyun&Keçi Sağlığı ve Yönetimi Sempozyumu*.

26. Alaçam, E. (2010). Evcil Hayvanlarda Doğum ve Infertilite 7. Baskı. *Medisan Yayınevi, Ankara*.

27. Abecia, J. A., Forcada, F., & González-Bulnes, A. (2012). Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal reproduction science*, *130*(3-4), 173-179.

28. Kilboz, E. İ., & Karaca, F. (2010). Üreme mevsimi dışında genç keçilerde flugeston asetat vaginal sünger ve norgestomet kulak implantı uygulamalarıyla östrüslerin uyarılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *21*(1), 1-6.

29. Malpaux, B., Thiéry, J. C., & Chemineau, P. (1999, November). From the eye to the pituitary: Pathways controlling seasonnal reproduction. In *3. Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction*.

30. Powell, M. R., Kaps, M., Lamberson, W. R., & Keisler, D. H. (1996). Use of melengestrol acetate-based treatments to induce and synchronize estrus in seasonally anestrous ewes. *Journal of animal science*, *74*(10), 2292-2302.

31. Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *J. Anim. Sci*, *77*(1), 47-53..

32. Özer, M. Ö., & Doğruer, G. (2011). Aşım sezonunda Şami keçilerinde progestagen içeren deri altı implant ve vaginal süngerlerin uzun ve kısa süreli uygulamalarının fertilite üzerine etkisi..

33. Kaya, S., Kaçar, C., Kaya, D., & Aslan, S. (2013). The effectiveness of supplemental administration of progesterone with GnRH, hCG and PGF2α on the fertility of Tuj sheep during the non-breeding season. *Small ruminant research*, *113*(2-3), 365-370..

34. Godfrey, R. W., Gray, M. L., & Collins, J. R. (1997). A comparison of two methods of oestrous synchronisation of hair sheep in the tropics. *Animal Reproduction Science*, *47*(1-2), 99-106.

35. Arthur, G. H., Noakes, D. E., & Pearson, H. (1989). The oestrous cycle and its control. *Veterinary Reproduction and Obstetrics. 6th edition. pp*, 3-45.

36. Alaçam, E. (2005). Üremenin Kontrolü. Evcil Hayvanlarda Doğum ve İnfertilite (5. Baskı), s: 71-80. Ankara. *Medisan*.

37. Alaçam, E. (1993). Koyunlarda siklik düzen ve üremenin denetlenmesi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, *3*(2), 65-69.

38. Ungerfeld, R. (2003). *Reproductive responses of anestrous ewes to the introduction of rams* (Vol. 163, No. 163).

39. Fleisch, A., Werne, S., Heckendorn, F., Hartnack, S., Piechotta, M., Bollwein, H., & Janett, F. (2012). Comparison of 6-day progestagen treatment with Chronogest® CR and Eazi-breed™ CIDR® G intravaginal inserts for estrus synchronization in cyclic ewes. *Small Ruminant Research*, *107*(2-3), 141-146.

KENTSEL ATIKSUDAKİ NİKEL VE ÇİNKONUN CERATOPHLLYUM DEMERSİUM L. İLE GİDERİMİ

Prof. Dr. Senar AYDIN[1], Çevre Yüh. Müh. Mihriban YÜKSEL[2], Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN[3]

[1] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0002-0960-480X

[2] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0002-3274-0578

[3] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Atıksularda bulunan ağır metallerin gideriminde kullanılan fiziko-kimyasal yöntemler enerji ihtiyacının yüksek olması ve toksik çamur oluşumu sebebiyle günümüzde yerini bitki esaslı doğal arıtım sistemlerinin kullanılması büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu amaçla çalışma kapsamında kentsel atıksuda bulunan nikel ve çinkonun *Ceratophyllum demersum L.* su bitkisi ile giderimi için çalışma şartları optimize edilmiştir. Safsu içerisine spike yapılan nikel ve çinko metalleri ile farklı bitki miktarları (2-7.5 g/L) ve farklı maruziyet süreleri (6-48 sa) ile optimum koşullar belirlendikten sonra Konya kentsel atıksu arıtma tesisi (AAT) giriş ve çıkışından alınan atıksu örneklerinde matriksin giderim üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı bitki konsantrasyonlarında ve maruz bırakılma süreleri sonunda bitkilerin fresh ve kuru ağırlıkları, atıksuda kalan ve bitki bünyesine alınan ağır metal miktarları, atıksu pH değişimleri, biyokonsantrasyon faktörü (BKF) ve ağır metal giderim verimleri analiz edilmiştir. Atıksu ve bitki bünyesine alınan ağır metal konsantrasyonu alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS-800) ile tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda bitki konsantrasyonu ve maruz kalma süresi arttıkça nikel ve çinko giderim veriminin arttığı gözlenmiştir. 7.5 g/L bitki kullanımı ile 48 sa maruz kalma süresi sonunda çinko için %85, nikel içinse %100 giderim verimi elde edilmiştir. Aynı şartlarda BKF değeri çinko için 1260 L/kg, nikel içinse 1902 L/kg olarak tespit edilmiştir. Nikel ve çinkonun birlikte gideriminin gerçekleştirildiği çalışma sonucunda ise 0.5 mg/L metal konsantrasyonları için nikel gideriminin %70, çinko giderimin ise %80 olduğu görülmüştür. Konya kentsel AAT giriş ve çıkış atıksuyunda nikel ve çinko giderim sonuçları değerlendirildiğinde ise her iki atıksuda da nikel ve çinko için yaklaşık olarak %70 giderim verimi elde edilmiştir. Farklı koşullarda optimize edilen, iyi bir biyobelirteç ve metal akümüle edebilme yeteneği olan *Ceratophyllum demersum L.* bitkisinin fitoremediasyon yöntemiyle nikel ve çinko ile kirlenmiş suların arıtımı için etkin bir şekilde kullanılabileceğini görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, ağır metal, *Ceratophyllum demersum L.*, fitoremediasyon, nikel, çinko.

1. GİRİŞ

Endüstrinin gelişmesi ile ağır metal salınımı artmış, canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Ağır metaller çevrede kalıcıdır ve canlı sistemlerde birikebilirler [1,2]. Ağır metaller biyobirikim özellikleri olduğu için tehlikeli maddelerdir. Ağır metallerin başlıca kaynakları; tarımda kullanılan gübreler, doğadaki bazı anataşlar, biyositler, kanalizasyon atıkları, atıksular, kentsel atıklar, motorlu araçların egzoz gazları ve madencilik faaliyetleridir. Ağır metal ile kontamine olmuş atıksu kaynakları başlıca üç grupta toplanmaktadır. Maden

endüstrisi Ca, Mg, Fe ve düşük derişimlerde Al, Mn ve diğer ağır metal iyonlarını içerir. Metal endüstrisi, metal kaplama- işleme gibi endüstrilerin çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemleri ağır metal içermektedir. Sanayi tesisleri, en fazla ağır metal kirliliği içeren atıksulardır. Otomobil, elektrik, mutfak ve ev eşyaları üreten sanayi tesisleri, boya endüstrilerinin atıksuları bu gruba girmektedir.

Endüstriyel atıksularda bulunan ağır metallerin gideriminde çoğunlukla fiziksel ve kimyasal arıtma prosesleri uygulanmaktadır. Klasik yöntemlerle istenilen verimde giderim yapılamaması, enerji ihtiyacı ve arıtma işlemi tamamlandıktan sonra toksik çamur oluşumu gibi dezavantajlar bulunmaktadır [3]. Daha az atıksu oluşmasını sağlamak, atıksuyun arıtma verimini arttırmak ve daha az maliyet ile iyi sonuç elde edebilmek için alternatif teknolojiler geliştirebilmek adına birçok çalışma yapılmaktadır [4]. Fitoremediasyon yöntemi bitki temel alınarak yapılan bir arıtma teknolojisi olup bu yöntem ile kirli ortamdan organik ve inorganik maddeler giderilebilmektedir. Fitoremediasyon yönteminin arıtım süresi daha uzun olmasına rağmen klasik arıtma yöntemlerine göre daha az maliyetli bir tekniktir. Fitoremediasyonun en önemli avantajları bulunduğu yerde arıtma işlemini gerçekleştirebilmesi ve enerji ihtiyacı olmamasıdır. Fitoremediasyon yöntemi doğal kaynakları korur ve kabul edilebilir sonuçlara ulaşma imkanı sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında fitoremediasyon yöntemiyle arıtım işleminin gerçekleşmesi konusunda iyi bir biyolojik gösterge olan ve metal biriktirme yeteneği bulunan *Ceratophyllum demersum L.* su bitkisi kullanılarak nikel ve çinkonun giderim şartları optimize edilerek, deiyonize su ve kentsel atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış suları ile metaller ayrı ayrı ve birlikte kullanılarak giderim verimleri belirlenmiştir. Bu çalışma ile ağır metal içerikli atıksuların arıtımında su bitkilerinin kullanılabilirliği tespit edilerek, daha az kimyasal kullanımı ve daha az maliyet ile yönetmelik deşarj standartlarında çıkış suyunun elde edilebilirliği konusunda alternatif bir arıtma yöntemi sunulmuş olacaktır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar

Çalışmada kullanılan kimyasallar analitik saflıktadır. HNO_3 Merk firmasından temin edilmiştir. Deiyonize su saflaştırma cihazından (Millipore Milli-Q Plus) sağlanmıştır. Analiz sonuçları; alevli, grafit fırın ve hidrür sisteminden oluşan Perkin Elmer marka Atomic Absorption Spectrometer Analyst 800 cihazı ile tespit edilmiştir. Bitkilerin kurutulmasında Memmert model etüv, çürütmede CEM MarsXpress marka mikrodalga yakma fırını, tartımlar için AND marka hassas terazi kullanılmıştır. Süzme işlemleri için Whatman marka 185 mm filtre kağıdı, pH ölçümleri için HACH marka pH metre cihazı kullanılmıştır. Bitkilerin deney süresince bulunduğu ortamın ışık şiddeti Sper Scientific marka lüx metre ile ölçülmüştür.

2.2. Bitki Materyali

Ceratophyllum demersum L. Ceratophyllaceae familyasına ait tamamen su altında yaşayan bir su bitkisidir. *Ceratophyllum demersum L.* durgun suları tercih eder, çok çeşitli iklim koşullarını ve kirliliğini tolere eder. *Ceratophyllum demersum L.* en sık kullanılan biyomonitörlerden biridir. *Ceratophyllum demersum L.*, bitki yüzeyinde çatallı yapraklara ve ince kütiküllere sahip köksüz bir su bitkisidir [5].

2.3. Atıksu örnekleri

Konya kentsel atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkışından kompozit atıksu örnekleri alınmıştır. Arıtma tesisi fiziksel ve biyolojik arıtma ünitelerine ilaveten UV dezenfeksiyon ünitesini içermektedir. Atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyu AKM 360 mg/L, iletkenlik 1365 µS/cm, KOİ 815 mg/L, pH 7.75, sıcaklık ise 15.8 ^{o}C'dir. Arıtma sonunda çıkan çıkış suyu AKM değeri 5 mg/L, bulanıklık değeri 3.04 NTU, iletkenlik değeri 1244 µS/cm, KOİ 44 mg/L, pH 7.47, sıcaklık ise 18 ^{o}C'dir.

2.4. Bitki ve Su Analizleri

Nikel ve çinko stok çözeltileri $NiCl_2.6H_20$ ve $ZnCl_2$ tuzlarıyla oluşturulmuştur. Nikel ve çinko her biri için farklı konsantrasyonlarda iki tekrar ve kontrol amaçlı içerisinde ağır metal içermeyen sadece deiyonize su ve bitki bulunan numuneler hazırlanmıştır. İçerisinde belirli miktarda yaklaşık 7.0 pH'a sahip deiyonize su bulunan sterilize cam kavanozların her birine belirlenen konsantrasyonlarda (0 (kontrol), 2 g/L, 2.5 g/L, 5 g/L, 7.5 g/L) bitki konulmuş ve 1 mg/L tekli ağır metal konsantrasyonu spike edilmiştir. Hazırlanan numuneler 6, 12, 18, 24, 48 sa süre ile bekletilecekleri ortam düzeneğine konulmuştur. Belirlenen maruziyet süreleri sonunda ağır metal içeren atıksular kaba filtre kağıdı yardımı ile süzülmüştür. Süzülen numunelerin belirlenen süreler sonunda ağırlıklarındaki değişimi belirlemek için hassas terazi ile tartılmış, yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Süzme işlemi sonrası tartımı yapılan bitkiler kaba filtre kağıtlarına konularak 70 °C de ki etüvde 4 gün boyunca bekletilmiştir. Bitkiler etüve yerleştirildikten sonra, farklı bitki konsantrasyonuna sahip atıksuların mevcut pH' ları ölçülmüştür. %65'lik 50 mL'lik sterilize plastik falcon tüplere aktarılmıştır. HNO_3 ile pH değeri 2'ye ayarlanan numunelerin metal okumaları yapılmıştır. 4 gün boyunca etüvde tutulan bitkiler bu süre sonunda etüvden çıkartılmıştır. Etüvde kurutulan bitkiler desikatöre alınarak kalan neminin giderilmesi sağlanmıştır. Desikatörden alınan kurutulmuş bitkilerin hassas terazi ile kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ağırlığı tartılan bitkiler çözünme işlemi için mikrodalga fırının tüplerine aktarılmıştır. Üzerlerine 10 mL % 65 HNO_3 eklenmiş, kontrol amaçlı bir tüp içerisine de sadece 10 mL HNO_3 eklenmiş ve diğer numuneler ile mikrodalga fırın içerisine yerleştirilmiştir. Mikrodalga fırını 1600 W (ramp 15 dk) 180°C ve bekleme süresi 15 dk olarak ayarlanmıştır. Çözünme işlemi sonrası mikrodalga fırından çıkartılan numuneler filtre kağıdı kullanılarak süzülmüş, metallerin daha verimli giderimi için asidik ortam sağlamak üzere pH'ı HNO_3 kullanılarak 2'ye ayarlanmış, deiyonize su ile 25 mL'ye tamamlanarak sterilize falcon tüplerine konulmuştur. Bitki ve içerisinde 6, 12, 18, 24, 48 sa sürelerde bulunduğu su numuneleri içerisindeki ağır metal miktarının tayini için alevli, grafit ve hidrür sistem ile donatılmış AAS cihazı kullanılmıştır. Kalibrasyon nikel ve çinko standart hazır çözeltileri kullanılarak yapılmıştır. AAS cihazında numuneler düşük konsantrasyondan yüksek konsantrasyona doğru okunmuş ve cihaz her numuneyi 3 tekrarlı okuyarak ortalama değer verecek şekilde ayarlanmıştır. Her 10 numunede bir cihazın stabilitesini değerlendirilmesi amacıyla standart okuması yapılmıştır.

200 mL deiyonize suya Ni^{+2} ve Zn^{+2} 1 mg/L spike edilmesiyle farklı bitki konsantrasyonları (0 (kontrol), 2 g/L, 2.5 g/L, 5 g/L, 7.5g/L) ve farklı maruziyet süreleriyle (6, 12, 18, 24, 48 sa) uygulama yapıldıktan sonra parametreler değiştirilerek aynı işlemler uygulanmış, bitkinin yaş ağırlığı, bitkinin kuru ağırlığı, pH'ı, giderim verimi, biyokonsantrasyon faktörü (BKF) gibi değerlerde kıyaslama yapılmıştır. 200 mL deiyonize su

7.5 g/L bitki kullanılarak, nikel ve çinko farklı konsantrasyonlarda (0.5-0.5 mg/L, 0.5-1.0 mg/L, 1.0-0.5 mg/L, 1.0-1.0 mg/L) birlikte spike edilmiş, 48 sa bekletilmiştir. Koski Atıksu Arıtma Tesisinde alınan giriş, çıkış atıksuları ile hazırlanan numuneler ise 100 mL tesis atıksu giriş ve çıkış sularından alınarak 7.5 g/L bitki ile nikel ve çinko farklı konsantrasyonlarda (0.5-0.5 ve 1.0-1.0 mg/L) birlikte spike edilerek hazırlanmış, 48 sa süre ile bekletilmiştir.

2.5. Ağır Metal Giderim Verimlerinin Hesaplanması

Ağır metal giderim verimi eşitlik (1) de verildiği gibi başlangıç ağır metal konsantrasyonundan giderim sonucu elde edilen çıkış ağır metal konsantrasyonun çıkartılması ve başlangıç konsantrasyonuna bölünmesi ile hesaplanmıştır. Burada; C_0: Başlangıç ağır metal konsantrasyonu (mg/L), C_e : Çıkış ağır metal konsantrasyonu (mg/L).

$$\% \text{ Giderim verimi} = \left(\frac{(Co - Ce)}{Co}\right) \times 100 \qquad \text{Eşitlik (1)}$$

2.6. Biyokonsantrasyon Faktörünün (BKF) Hesaplanması

BKF eşitlik (2) de verildiği gibi fitoremediasyon çalışmalarında kullanılan bitkilerdeki ağır metal derişiminin, uygulanan ağır metal derişimlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır [6].

$$\text{BKF} = \frac{\text{Fitoremediasyon sonrası bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonu (mg/kg)}}{\text{Başlangıçta su ortamına eklenen metal konsantrasyonu (mg/L)}}) \qquad \text{Eşitlik (2)}$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Suda ve Bitkide Gözlemlenen Değişiklikler

6, 12, 18 sa sonunda nikel ve çinkoya maruz kalan bitkilerin renkleri arasında pek fark gözlemlenmezken, 24 sa ve 48 sa sonunda nikel ve çinkoya maruz kalma süresi arttıkça bitki renklerinin solmaya başladığı gözlemlenmiştir. Suyun renginde herhangi bir değişim tespit edilmemiştir.

3.2. Maruz Kalma Süresinin Etkisi

Çizelge 1'de maruz kalma süresinin nikel fitoremediasyon üzerine etkisi suyun pH'ı, bitki yaş ve kuru ağırlığı, sudaki nikel konsantrasyonu, bitki bünyesine alınan nikel miktarı, sudan nikel giderimi ve BKF açısından değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde pH değerlerinin 6.4 ile 6.8 arasında değiştiği ve çok değişkenlik göstermediği görülmektedir. Bitki yaş ağılığının 6 sa süre sonunda 5.09 g/l değerinde olduğu 12 sa maruziyet sonunda arttığı ve 18,24,48 sa maruziyet süreleri sonunda ise ağırlığın sabit kaldığı görülmektedir. Bitki kuru ağırlıkları da bitki yaş ağırlık değerleri ile benzer bir değişik göstermiştir. Maruz kalma süresinin artması ile suda kalan nikel miktarının azaldığı ve 48 sa bekleme süresi sonunda 0.038 mg/L değerine ulaştığı görülmektedir. Bu durum bize sudaki nikel gideriminin de arttığının bir göstergesidir. 6 sa maruziyet süresi sonunda %63.7 olan nikel gideriminin 48 sa bekleme süresinin sonunda %96.2 değerine ulaştığı görülmüştür. Bitki bünyesine alınan nikel miktarı yani BKF değerin ise maruziyet süresinin artması ile arttığı BKF değerinin 6 sa sonunda 587 L/kg değerinde 48 sa maruziyet sonunda 1912 L/kg değerine ulaştığı Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Maruz kalma süresinin nikel fitoremediasyonu üzerine etkisi

Süre (sa)	pH	Bitki yaş ağırlığı (g/L)	Bitki kuru ağırlığı (g/L)	Suda kalan nikel (mg/L)	Bitki bünyesine alınan nikel (mg/kg)	Nikel giderimi (%)	BKF (L/kg)
6	6.779ab	5.090c	0.177a	0.362a	540.175c	63.762e	587.147c
12	6.519c	7.972a	0.171ab	0.304b	519.629c	69.588d	564.814c
18	6.403d	6.993b	0.162b	0.223c	549.207c	77.725c	596.964c
24	6.741b	6.697b	0.168ab	0.161d	833.107b	83.938b	905.551b
48	6.869a	6.781b	0.143c	0.038e	1759.380a	96.226a	1912.370a

(*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.)

Çizelge 2'de maruz kalma süresinin çinko fitoremediasyon üzerine etkisi izlenen parametreler açısından verilmiştir. pH değerleri 6.6 ile 6.8 aralığında olup değişim izlenmemiştir. Bitki yaş ve kuru ağırlık değerlerinin 48 sa sonunda arttığı söylenebilir. Maruz kalma süresinin artması ile sudaki çinko miktarı giderek azalırken bitki bünyesindeki çinko miktarı ise artmaktadır. 6 sa maruziyet sonunda çinko giderimi %61.1 iken 48 sa süre sonunda bu değer %77.5 olmuştur. BKF değeri de benzer şekilde 48 sa süres onunda artarak 1647 L/kg değerine ulaşmıştır.

Çizelge 2. Maruz kalma süresinin çinko fitoremediasyonu üzerine etkisi

Süre (sa)	pH	Bitki yaş ağırlığı (g/L)	Bitki kuru ağırlığı (g/L)	Suda kalan çinko (mg/L)	Bitki bünyesine alınan çinko (mg/kg)	Çinko giderimi (%)	BKF (L/kg)
6	6.885a	6.047b	0.203a	0.387b	795.415d	61.287c	864.582d
12	6.620d	5.600b	0.169bc	0.414a	1147.592b	58.625d	1247.383b
18	6.660c	5.555b	0.167c	0.399b	1015.073c	60.125c	1103.340c
24	6.874a	6.788a	0.182b	0.321c	1069.601c	67.937b	1162.610c
48	6.731b	7.051a	0.176cd	0.225d	1540.165a	77.583a	1674.092a

(*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.)

3.3. Bitki Konsantrasyonunun Etkisi

Çizelge 3'de bitki konsantrasyonun nikel fitoremediasyonu üzerindeki etkisi incelendiğinde pH değerinde istatiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmamış, bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığında ise bitki konsantrasyon artışı ile artış gözlemlenmiştir. Buna karşı, suda kalan ve bitki bünyesine alınan nikel oranı ise bitki konsantrasyonu artışı ile azalma göstermiştir. Suda kalan nikel miktarı 2.5 ve 5 g/L bitki konsantrasyonlarında aynı aralık da yer almaktadır. Bitki bünyesine alınan nikel miktarı bitki konsantrasyonu ile ters orantılı olarak değişim göstermiştir. 7.5 g/L bitkinin kullanıldığı durumda 646.7 mg/kg değerine ulaşmıştır. Bitki konsantrasyonu arttıkça bitkinin biriktirdiği nikel miktarı azalmıştır. Nikel giderim verimi bitki konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artmış, 2.5 ve 5 g/L bitki konsantrasyonlarında aynı aralık da değerler almıştır. 7.5 g/L bitkinin kullanıldığı durumda en yüksek nikel giderimi %88.1 olarak tespit edilmiştir. BKF değerinin bitki miktarının artması ile azaldığı ve 735.5 L/kg değerine düştüğü gözlenmiştir.

Çizelge 3. Bitki konsantrasyonun nikel fitoremediasyonu üzerine etkisi

Bitki miktarı (g/L)	pH	Bitki yaş ağırlığı (g/L)	Bitki kuru ağırlığı (g/L)	Suda kalan nikel (mg/L)	Bitki bünyesine alınan nikel (mg/kg)	Nikel giderimi (%)	BKF (L/kg)
2.0	6.685ab	3.125d	0.093d	0.319a	956.809a	68.090c	1040.010a
2.5	6.756a	3.858c	0.126c	0.224b	877.379ab	77.640b	953.673ab
5.0	6.647b	7.606b	0.201b	0.209b	850.270b	79.080b	924.206b
7.5	6.560d	12.238a	0.237a	0.118c	646.741c	88.181a	735.588c

(*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.)

Çizelge 4'de bitki konsantrasyonun çinko fitoremediasyonu üzerine etkisi verilmiştir. Bitki konsantrasyonun fitoremediasyon üzerindeki etkisi incelendiğinde pH 'da çok fazla bir değişiklik olmamış, yaş ağırlığı ve kuru ağırlığında ise bitki konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artış gözlemlenmiştir. Bitki konsantrasyonu arttıkça bitki yaş ve kuru ağırlığı artmıştır. Bitki kuru ağırlığında 2 ve 2.5 g/L bitki konsantrasyonlarında bitki kuru ağırlığı aynı aralık da değer almıştır. Suda kalan ve bitki bünyesine alınan çinko miktarı istatiksel olarak anlamlı bir değişim göstermemiş, suda kalan çinko miktarı 2 ve 5 g/L bitki konsantrasyonlarında aynı aralık da değer almıştır. Çinko giderim verimine bitki konsantrasyonu etkisine bakıldığında istatiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiş, çinko giderim verimi 2 ve 5 g/L bitki konsantrasyonlarında aynı aralık da değer almıştır BKF değeri ise genel olarak bitki konsantrasyonu arttıkça BKF değeri azalmıştır

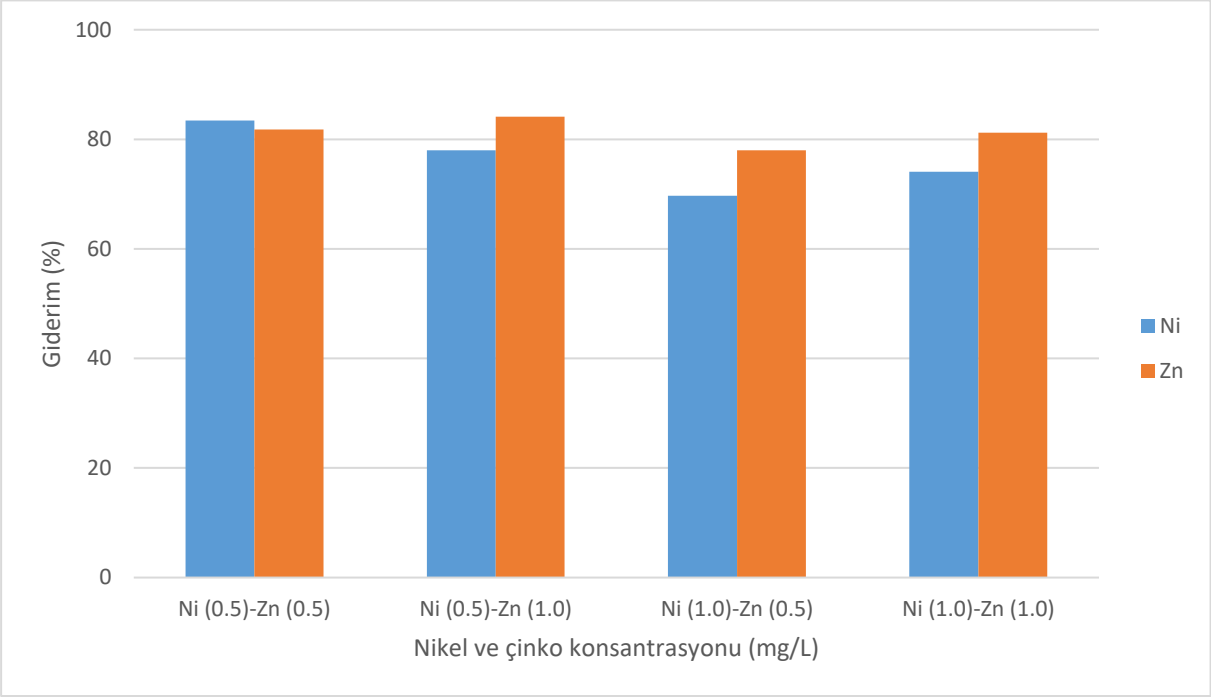
Çizelge 4. Bitki konsantrasyonun çinko fitoremediasyonu üzerine etkisi

Bitki miktarı (g/L)	pH	Bitki yaş ağırlığı (g/L)	Bitki kuru ağırlığı (g/L)	Suda kalan çinko (mg/L)	Bitki bünyesine alınan çinko (mg/kg)	Çinko giderimi (%)	BKF (L/kg)
2.0	6.776a	2.862d	0.107c	0.344b	1168.325b	65.550b	1269.918b
2.5	6.769ab	3.771c	0.116c	0.395a	1253.238a	60.500c	1362.216a
5.0	6.721c	7.247b	0.199b	0.344b	1091.628c	65.570b	1186.552c
7.5	6.750d	10.953a	0.297a	0.312c	941.086d	68.790a	1022.919d

(*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.)

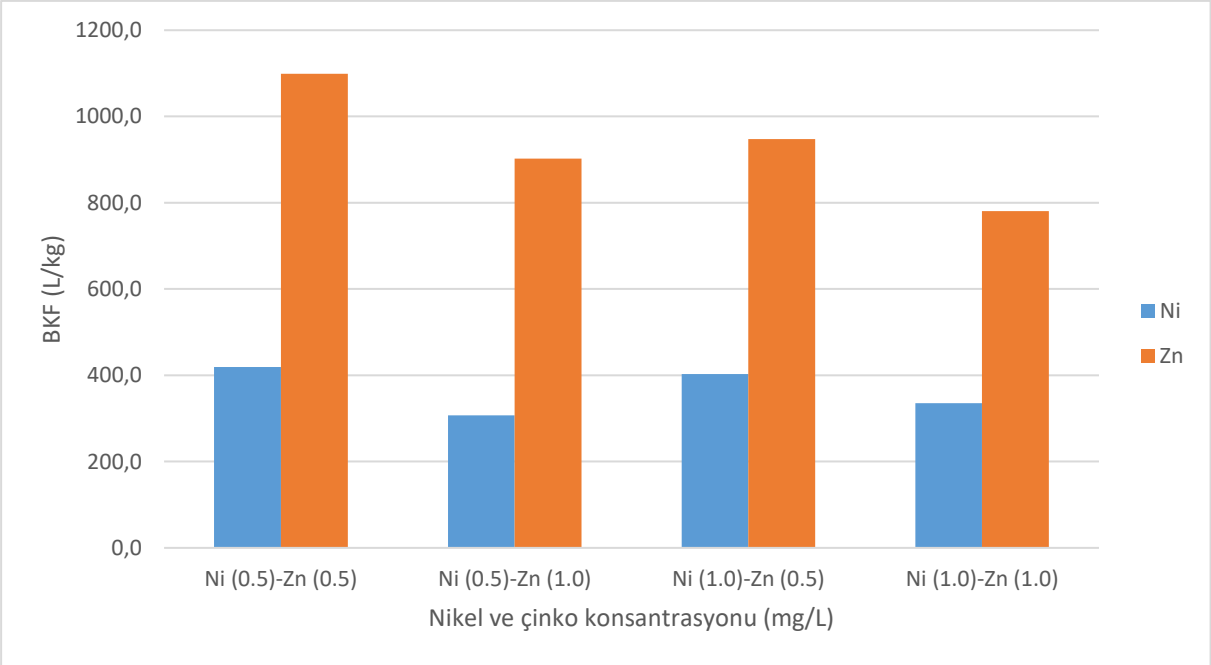
3.4. Sudan Nikel ve Çinkonun Birlikte Giderimi

200 mL safsu içerisine sırasıyla nikel ve çinko olmak üzere farklı konsantrasyonlarda (0.5-0.5 mg/L, 0.5-1.0 mg/L, 1.0-0.5 mg/L, 1.0-1.0 mg/L) birlikte spike edilerek hazırlanan çözeltiler içerisine 7.5 g/L bitki konularak 48 sa süresince maruz bırakılmıştır. Elde edilen giderim verimleri Görsel 1'de sunulmuştur. Nikel gideriminin %70-83 aralığında, çinko gideriminin ise %78-84 arasında değiştiği görülmektedir. Genel olarak çinko gideriminin nikel gideriminden daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz.



Görsel 1. Sudan nikel ve çinkonun birlikte fitoremediasyonu durumunda metal giderim değerleri

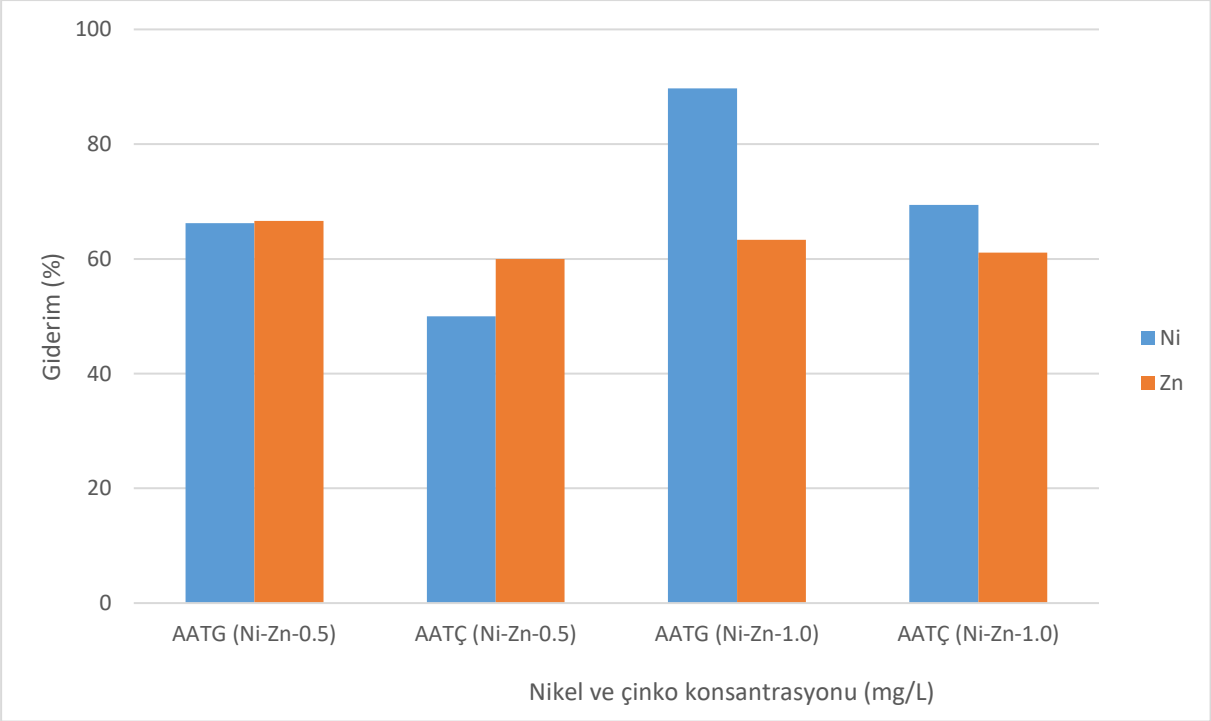
Görsel 2'de ise nikel ve çinkonun birlikte fitoremediasyonu sonrasında tespit edilen BKF değerleri görülmektedir. Nikele göre çinko gideriminin daha yüksek olması bitki bünyesine alınan çinko miktarının arttığını ve dolayısıyla çinko için BKF değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir.



Görsel 2. Sudan nikel ve çinkonun birlikte fitoremediasyonu durumunda BKF değerleri

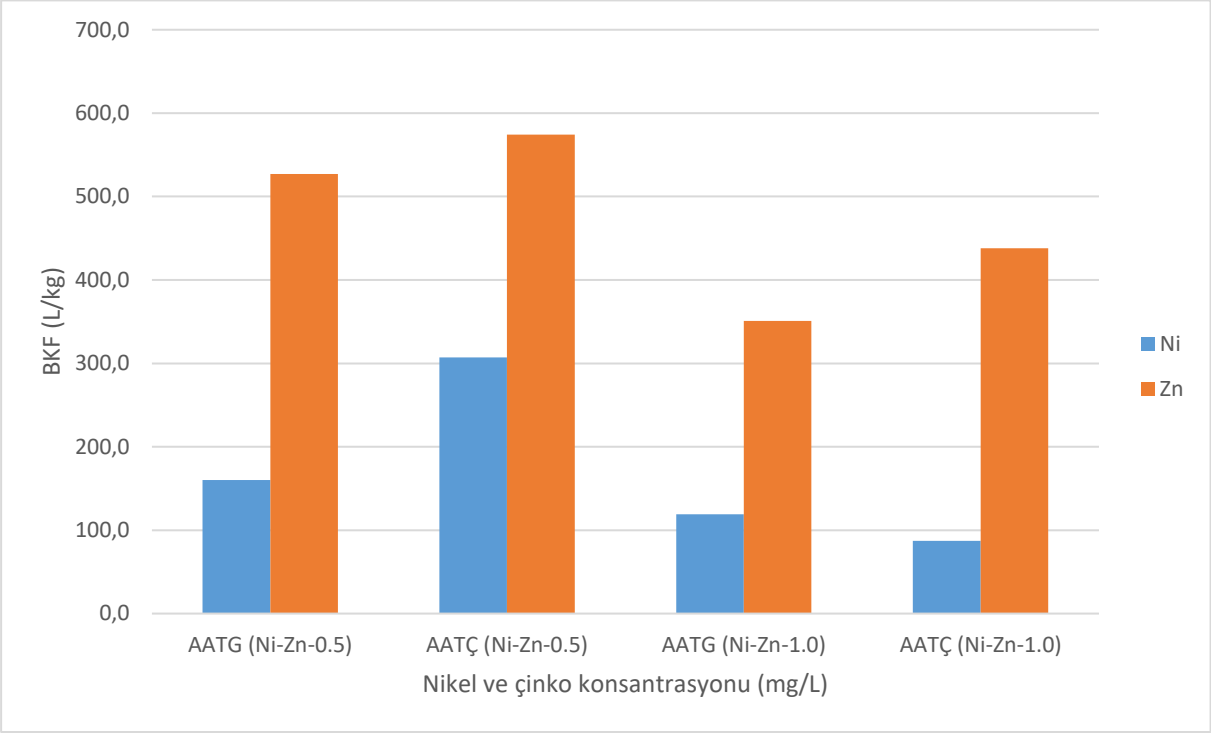
3.5. Kentsel Atıksuda Nikel ve Çinkonun Birlikte Giderimi

Kentsel atıksuda fitoremediasyon potansiyelini araştırmak amacıyla 100 mL Koski Atıksu Arıtma Tesisinden alınan giriş (AATG) ve çıkış (AATÇ) suları ile hazırlanan numuneler 7.5 g/L konsantrasyonda bitki kullanarak sırasıyla nikel ve çinko farklı konsantrasyonlarda (0.5-0.5 mg/L, 1.0-1.0 mg/L) birlikte spike edilerek hazırlanmış numunelere 48 sa maruz bırakılmıştır. Tesisten alınan giriş ve çıkış suyu numuneleri analiz edildiğinde başlangıçta metal spike edilmeden önce tesis giriş suyunda 0.097 mg/L nikel, 0.078 mg/L çinko ve tesis çıkış suyunda 0.003 mg/L nikel, 0.057 mg/L çinko tespit edilmiştir. Hazırlanan numunede 48 sa maruziyet sonunda bitki renginin solduğu görülmüştür. Görsel 3'de nikel ve çinkonun kentsel atıksuya birlikte spike yapılması durumunda elde edilen giderim değerleri görülmektedir. AATG ve AATÇ suyuna 0.5 mg/L spike yapıması durumunda her iki metalinde giderim veriminin yaklaşık %66 olduğu görülmektedir. 1 mg/L spike yapılması durumunda giriş ve çıkış suyu numunelerinde nikel gideriminin daha yüksek olduğu ve giriş suyunda çıkış suyuna göre daha yüksek giderimin tespit edildiği görülmektedir.



Görsel 3. Kentsel atıksuda nikel ve çinkonun birlikte fitoremediasyonu durumunda metal giderim değerleri

Görsel 4'de kentsel atıksuya birlikte spike yapılan metallerin bitki tarafından alınmasını gösteren BKF değerleri verilmiştir. Çinko BKF değerlerinin nikele göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda bitkinin çinko metalini nikele göre daha yüksek depolayabildiği söylenebilir.



Görsel 4. Kentsel atıksudan nikel ve çinkonun birlikte fitoremediasyonu durumunda BKF değerleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Soğukpınar [7] *Ceratophyllum demersum L.* bitkisini kadmiyum, krom, nikel ve çinko fitoremediasyonunda kullanmıştır. Deiyonize su ile en yüksek giderim %97 ile kadmiyum, en düşük giderim verimleri ise %60'a yakın giderim ile krom ve çinko, gerçek atıksu ile yapılan en iyi giderim %60 ile nikel, krom ve çinko çalışmalarında BKF'nü azalttığı, nikel çalışmasında ise BKF'nin arttığı görülmüştür. Baghırova [8] *Pistia stratiotes ve Salvinia natans* bitkisini kurşun, bakır ve nikel fitoremediasyonunda kullanmıştır. Kurşun ve bakır alımında *Pistia stratiotes* bitkisine göre yaklaşık iki kat daha etkili olduğu, nikel alımındaki verimliliğinin *Pistia stratiotes* bitkisine göre 5-6 kat daha fazla giderim olmuştur. Shahabaldin ve ark. [9] *su sümbül* bitkisi kullanarak farklı tipteki atıksuların fitoremediasyon yöntemi ile arıtımında %25 – 50 giderim sağlamıştır. Bakar [10] *Mentha multimentha L. (nane)* bitkisini kadmiyum ve kurşun fitoremediasyonunda kullanmıştır. Kadmiyum ve kurşun ile kirlenmiş topraklarda hiperakümülatör olduğu görülmüştür. Nassouhi [11] *Pistia stratiotes* bitkisini kurşun ve kadmiyum fitoremediasyonunda kullanmıştır. Kurşun, kadmiyum ve bu ağır metallerin karışımları için remediasyon açısından başarı ile kullanılabileceği gösterilmiştir. Tripathia ve ark. [12] *Ricinus communis L.* bitkisini kullanmış, BKF > 1 değeri elde edilmiştir. Ludmiła ve Klink [13] *Ceratophyllum demersum* ve *Hydrocharis morsus-ranae bitkilerini kullanmış,* BF > 10 değeri elde edilmiştir. Bu çalışmalar ve benzeri pek çok çalışmaya dayanılarak *Ceratophyllum demersium* için nikel ve çinkonun giderim şartları optimize edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada *Ceratophyllum demersum L.* bitkisi ile sudan ve kentsel atıksudan nikel ve çinko metallerinin giderimi için optimum şartlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda ker iki metal için de en iyi giderim 7.5 g/L bitkinin kullanılması ve 48 sa maruziyet süresi sonunda elde edilmiştir. Safsu ile yapılan çalışmalar sonucunda nikel için %100, çinko için %85 giderim sağlanmıştır. Her iki metalin safsuya yapılan spike çalışmaları

sonucunda nikel için giderim %83, çinko içinse %81 giderim sağlanmıştır. Atıksu matriksinin etkisini değerlendirmek için AATG ve AATÇ suları ile gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda ise en yüksek nikel giderimi %89, en yüksek çinko giderimi ise %66 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar *Ceratophyllum demersum L.* bitkisinin sudan nikel ve çinkonun gideriminde etkin bir şekilde kullanabileceğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] Muchie, M. and Akpor, OB. Remediation of heavy metals in drinking water and wastewater treatment systems: Processes and applications. International Journal of the Physical Sciences, 5(12), 1807-1817, 2010.

[2] Lesmanaa, SO., Febriana, N., Felycia, E., Soetaredjo, FE. and Sunarso, J. Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals. Biochemical Engineering Journal, 44, 19-41, 2009.

[3] Eccles, H. Treatment of Metal-Contaminated Wastes, Why Selecta Biological Process Trends. Biotechnol, 17, 462-465, 1999.

[4] Rulkens, W., Tichy, R. and Grotenhuis, JTC. Remediation of Polluted Soil and Sediment: Perspectives and Failures. Water Sci. Technol (37), 27-35, 1998.

[5] Mishra, S., Srivastava, S., Tripathi, RD., Kumar, R., Seth, CS. and Gupta, DK. Lead Detoxification by Coontail (Ceratophyllum demersum L.)Involves Induction of Phytochelatins and Antioxidant System Inresponse to Its Accumulation. Chemosphere, 65, 1027-1039, 2006.

[6] Chorom, M., Parnian, A. and Caferzade, N. Nickel Removal by the Aquatic Plant (Ceratophyllum Demersum L.),. International Journal of Environmental Science and Development,, 3, 372, 373, 2012.

[7] Soğukpınar, C. Metal Kaplama Endüstrisi Atıksularının Su Bitkileri İle Arıtımı. Yüksek Lisans Tezi. Konya, Türkiye: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2020.

[8] Baghırova, F. Sucul Ortamlardan Fitoremediasyon Yöntemi İle Ağır Metal Giderimi Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bİlimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Denizli, 2020.

[9] Shahabaldin, R., Ponraj, M., Talaiekhozani, A., Mohamad, SE., Din, M., Taib, S., Sabbah, F. and Sairan, F. Review Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. Journal of Environmental Management, 163, 125-133, 2015.

[10] Bakar, E. Nane (Mentha multimentha L.)'nin Kadminyum, Kurşun Toleransının ve Fitoremedasyon Potansiyelinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı. Van, 2020.

[11] Nassouhi, D. Kadiminyum,Kurşun ve Kadminyum-Kurşun Karışımına Maruz Bırakılan Pistia stratiotes L. Sucul Bitkisinin Fitoremediasyon Potansiyelinin Araştırılması Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 2018.

[12] Tripathia, L., Sharma, P., Purchase, D. and Chandra, R. Distillery wastewater detoxification and management through phytoremediation employing Ricinus communis. Bioresource Technology, 333, 1-7, 2021.

[13] Ludmiła, P. and Klink, A. Validation of Hydrocharis morsus-ranae as a possible bioindicator of trace element pollution in freshwaters using Ceratophyllum demersum as a reference species. Environmental Pollution, 269116-145, 2021.

YERÜSTÜ SULARINDA MİKROPLASTİKLER VE MİKROPLASTİKLERE İLİNTİLİ KLORLU VE FOSFORLU PESTİSİTLER

Prof. Dr. Senar AYDIN[1], Çevre Yüh. Müh. Zekiye İnci CAN[2], Dr. Öğr. Üyesi Arzu ULVİ[3], Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN[4]

[1] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0002-0960-480X

[2] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0001-8020-3673

[3] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Çevre Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0001-7303-1869

[4] Necmettin Erbakan Üniversitesi, Müh. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü,
ORCID: 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Günümüzde yaygın olarak karşılaşılan plastik kirliliği yerüstü sularında da mikroplastik kirliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Mikroplastik kirliliğininin çevresel zararlarını artıran bir başka neden ise su ortamında bulunan yapısına adsorplanabilen organik kirleticilerdir. Bu nedenle çalışma kapsamında Konya Kapalı Havzası yerüstü sularından örnekler alınarak mikroplastik miktarı, mikroplastik türü ve mikroplastiklere ilintili klorlu pestisitler (OCP) ve fosforlu pestisitlerin (OPP) konsantrasyonları tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda mikroplastik miktarı 1.9-24.5 MP/L arasında tespit edilmiştir. En baskın mikroplastik türü fragment olup en yaygın görülen renk ise şeffaf renk olmuştur. Mikroplastiklere ilintili pestisitlerin tespiti için yapılan çalışmaların sonucunda Σ20-OCP konsantrasyonlarının 0.115-117.42 µg/g, Σ6-OPP konsantrasyonlarının ise 0.143-76.526 µg/g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. OCP bileşikleri içerisinde en baskın türü ΣHCH bileşikleri oluştururken, OPP bileşiklerinde malathion baskın olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen MP konsantrasyonu ile organik kirleticiler arasındaki korelasyon değerlendirildiğinde MP konsantrasyonu ile OCP konsantrasyonu arasında bir korelasyon (R^2=0.75) tespit edilirken, OPP bileşikleri ile arasında bir korelasyon (R^2=0.29) görülmemiştir. Yerüstü sularında tespit edilen MP kirliliğinin en önemli sebepleri su kaynaklarının yakınındaki yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atıksular olarak belirlenmiştir. Mikroplastiklere bağlı tespit edilen yüksek klorlu ve fosforlu pestisit konsantrasyonunun sebebi ise Konya havzasında kullanılan yoğun tarımsal faaliyetler sebebiyle gerçekleşen tarımsal mücadele faaliyetleri olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen klorlu pestisit sonuçları geçmişte kullanılan ve çevrede kalıcılığı yüksek olan pestisitlerin günümüze ulaştığını göstermiştir. Kullanımı yasal olmayan pestisitlerin tespit edilmesi yasal olmayan kullanımların devamını göstermektedir. Plastik ve pestisit kullanımları konusunda bilinçli kullanımı sağlanmalıdır. Ayrıca yerüstü sularında mikroplastikler ve mikroplastiklere ilintili çeşitli organik kirleticilerin izlenmesi ve kontrolü ile ilgili standartlara yer verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Konya Kapalı Havzası, yerüstü suları, mikroplastik, klorlu pestisitler, fosforlu pestisitler.

1. GİRİŞ

Plastiklerin esnek olması, kolay işlenebilmesi, ekonomik ve kullanımının kolay olması sebebiyle günlük yaşamımızdaki kullanımları gün geçtikçe artmıştır. Plastikler kullanımlarından sonra atıldıkları ortamlarda parçalanarak farklı boyutlarda çevresel ortamlarda bulunmaktadırlar. Çevresel ortamlarda bulunan ve 25 mm'den büyük plastikler makroplastik, 5 ile 25 mm arasında olanlar

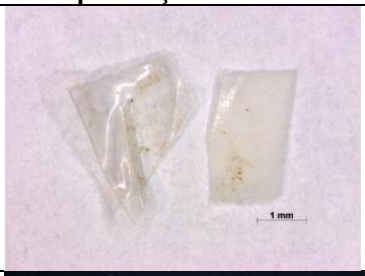
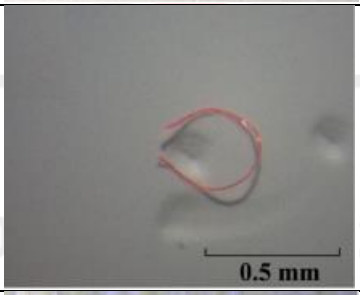
mezoplastik, 5 mm'den küçük olanlar mikroplastik, 1 µm'den küçük olanlar ile mikroplasik olarak sınıflandırılmaktadır. Mikroplasikler doğrudan kozmetik ve kişisel bakım ürünleri gibi, tekstil lifleri gibi birincil olarak çevresel su kaynaklarına taşınabileceği gibi çevrede bulunan mikroplastiklerin parçalanması sonucu ikincil mikroplastikler şeklinde de oluşmaktadır [1, 2]. Çevresel ortamlarda sıkça karşılaştığımız mikroplastik kirliliğinin başlıca sebebi insan kaynaklı faaliyetlerdir [3]. Günümüzde yapılan çalışmalar sonucunda mikroplastiklerin doğada uzun süre kalıcı oldukları ve ekosistemde birikim yaptıkları gözlemlenmiştir [4]. Mikroplastiklerin yüksek oranda birikim yapmaları dışında başlıca zararları arasında yapılarında katkı malzemeleri (bisfenol A (BPA), ağır metal, ftalat vb.) içermesi, adsorpsiyon kapasitesinin yüksek olması sonucu kirleticileri yapısında bulundurabilmesi, canlılar tarafından besin zannedilerek yutulması, arıtma tesislerinde tamamıyla giderimin sağlanamaması, su kaynaklarında ve atmosferde taşınımlarının kolay olması gibi etkenler sıralanabilir [5].

Mikroplastiklerin en belirgin olumsuz etkileri sucul ekosistem üzerinedir ve su içerisinde bulunduğu konumdan farklı yerlere taşınım potansiyeline sahiptirler. Yoğunluklarından dolayı su yüzeyinde birikme yapan mikroplastikler suyun fiziksel özelliklerinde değişiklik meydana getirdiği gibi su içerisinde yaşayan canlılar, kuşlar hatta sürüngenler de dâhil olmak üzere yutma veya dolaşma yoluyla mikroplastiğe maruz kalıp bundan etkilenmektedirler [6,7]. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nde yer alan bilgilere göre şu anda plastik deniz döküntülerinden etkilendiği bilinen 663 deniz yaşamı türü mevcuttur [7]. Mikroplastik yutma, fiziksel yaralanma, fizyolojik stres ve yanlış doygunluğun bir sonucu olarak canlılarda beslenmeyi azaltabilir, enerji rezervlerini tüketebilir ve ekofizyolojik işlevi azaltabilir [8].

Mikroplastikler çevrede lif, küresel, amorf vb. olmak üzere farklı şekillerde bulunabilirler. Plastik peletler genellikle silindirik, yuvarlak şekilliyken, sediment ve kıyılardaki mikroplastikler ince uzun lif şeklindedir. Mikroplastiklerin şekilleri ortamda bulunma süreleri, çevre şartları ve benzeri etkilere bağlı olarak zamanla değişim gösterebilirler [9]. Çizelge 2.1'de şekillerine göre mikroplastiklerin tanımlanması verilmiştir.

Pestisitler dünya genelinde tarımsal ürünlerin zararlılar, hastalık sebepleri ve yabancı otların etkilerinden korunması, bol miktarda ürün elde edilmesi için kullanılan sentetik organik bileşiklerdir [10]. İnsektisitler, istenmeyen böceklerin öldürülmesi için kullanılan ilaçlara verilen isimdir. Günümüzde en çok kullanılan sentetik instektisitler organofosforlu ve organoklorlu yapıda olan ilaçlardır [11]. 1939'lu yıllardan itibaren kullanılan ve en çok bilinen pestisit türü olan dichloro-diphebyl-tricloroethane (DDT), 1960'lı yıllardan itibaren birçok ülkede yasaklanmaya başlanmış olsa bile pestisitlerin kalıcı olma özelliğinden dolayı etkileri hala görülmektedir [12]. Pestisitlerin olumsuz etkilerinin görülmeye başlanmasıyla diğer ülkeler gibi Türkiye'de de kullanımıyla alakalı bazı yasaklamalar ve düzenlemeler yapılmıştır. Özellikle organoklorlu pestisitlerin (OCP) yasaklanmasıyla beraber organofosforlu pestisitlerin (OPP) ve karbamatlı pestisitlerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır [12]. Su kaynaklarında bulunan mikroplastiklerin kalıcı organik kirleticileri bünyesine adsorplama özelliklerinden dolayı pestisit, poliklorlu bifenil (PCB), poliaromatik hidrokarbon (PAH) gibi kirleticiler plastik malzemelerde görülebilir. Ogata ve diğ., [13] küresel ölçekte yaptıkları çalışmada 17 ülkeden toplanan pelet örnekleri incelenmiş ve sonucunda incelenen mikroplastiklerde en yüksek DDT oranının Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) batı kıyısında ve Vietnam'da yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Bu ve buna benzer birçok çalışmada bu durum kanıtlanmıştır. Bu durumun ekolojik sisteme verdiği zararlar hakkında da çalışmalar yapılmış ve mikroplastiklere bağlı bu kirleticilerin insanlara kadar ulaşabileceği gözlemlenmiştir.

Çizelge 1. Şekillerine göre mikroplastikler

Mikroplastik türü	Mikroplastik şekli	Kaynak
Film (İnce tabaka plastik)		[14]
Foam (Köpük plastik)		[15]
Fragman (Küçük tanecikli plastik)		[16]
Granül		[14]
Fiber (Lifli plastik)		[17]
Pellet (Yuvarlak plastik)		[18]

Bu çalışmada Konya Havzası içerisinde belirlenen yüzeysel su kaynaklarından alınan su örneklerinde tespit edilen mikroplastikler tanımlanıp sınıflandırıldıktan sonra yapısına

adsorplanmış olan klorlu ve fosforlu pestisitlerin tayini için çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre kirliliğin kaynaklarının belirlenmesi ve sebeplerinin bulunması amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar

Analizler sırasında n-hekzan, petrol eteri, silika jel gibi kullanılan tüm kimyasallar Merck markadır. Kullanılan eleklerin çapları 5 mm ve 20 µm'dir. Kullanılan filtrelerin gözenek çapları ise 0,45 µm olarak tercih edilmiştir. Deneylerde kullanılan ultrasonik su banyosu KUDOS marka, evaporatör ise BUCHI markadır. Kullanılan GC-MS ise Agilent Technologies markanın 6890 N modelidir. Ultra saf su cihazı olarak ise Millipore Direct Q tercih edilmiştir.

2.2. Su Örnekleri

Konya kapalı havzası Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve içerisinde Konya, Aksaray, Niğde, Isparta, Karaman, Nevşehir ve Ankara illerini barındıran havzadır. Ayrıca Antalya ve İçel illerinin yerleşim olmayan bir kısmı da bu havza içerisinde yer almaktadır [19]. Toplam yüzölçümü 4.980.534 ha'dır [20].Havza sınırları içerisinde bulunan Devlet Su İşleri tarafından izleme yapılan örnekleme noktalarından Nisan 2022 tarihinde su örnekleri alınmıştır.

2.3. Sudaki Mikroplastiklerin Analizi

5 mm ve 20 µm'lik eleklerden süzülen yerüstü su örnekleri saf su yardımıyla beherlere boşaltılmış ve organik madde giderimi için 20 ml %30 H_2O_2 ve 20 mL 0.05 M Fe(II) çözeltisinde ilave edilmiştir. Reaksiyonun daha hızlı gerçekleşebilmesi için su banyosunda 70 °C'de bir süre bekletilen numuneler çeker ocakta bir gün süre ile bekletilerek reaksiyonun gerçekleşmesi sağlanmıştır. Sonra tekrar 20 µm elekten süzülen numuneler mikroplastikleri diğer bileşenlerden ayırmak için 100 ml doygun $ZnCl_2$ çözeltisinde 1 gece bekletilmiştir. Bu işlemlerden sonra filtreleme için 0,45 µm gözenek çapına sahip filtrelerden geçirilip yıkanan numuneler sayıma hazır hale getirilmiştir. Numunelerin sayımı ışık mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir.

2.4. Sudaki Mikroplastiklere İlintili Klorlu ve Fosforlu Pestisitlerin Analizi

5 mm ve 20 µm'lik eleklerden süzülen numunelerin üzerine 100 ml $ZnCl_2$ ilave edilip cam çubukla karıştırılarak alüminyum folyo ile kapatıldı ve yoğunluk ayrımının sağlanması için bir gün süreyle çeker ocakta bekletilmiştir. Sonra filtre düzeneğinden geçirilen numuneler bir gün desikatörde bekletilerek kurutulmuştur. Filtre üzerinde kalan mikroplastiklerin tartımı yapılarak beherlere koyulan numuneler ultrasonik su banyoda 15 dakika boyunca 3 kere 15 ml'lik n-hekzan:petrol eteri (1:1) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. Her ekstraksiyondan sonra alınan ekstraktlar birleştirilerek rotary evaporatörde hacmi azaltılmış ve elde edilen 2 ml'lik hacme sahip numuneler kolon temizleme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem için kolonlar 10 g %2'lik deaktif silika ve 2 g sodyum sülfat ile ıslak doldurma tekniği kullanılarak doldurulmuştur. Kolona verilen ekstrakt 70 ml n-hekzan ve ardından 100 ml n-hekzan/etil asetat (1/1) ile elute edildikten sonra rotart evaparatör ve azot gazı ile hacimleri 1 ml'ye tamamlanarak GC-MS sistemi ile analizleri gerçekleştirilmiştir.

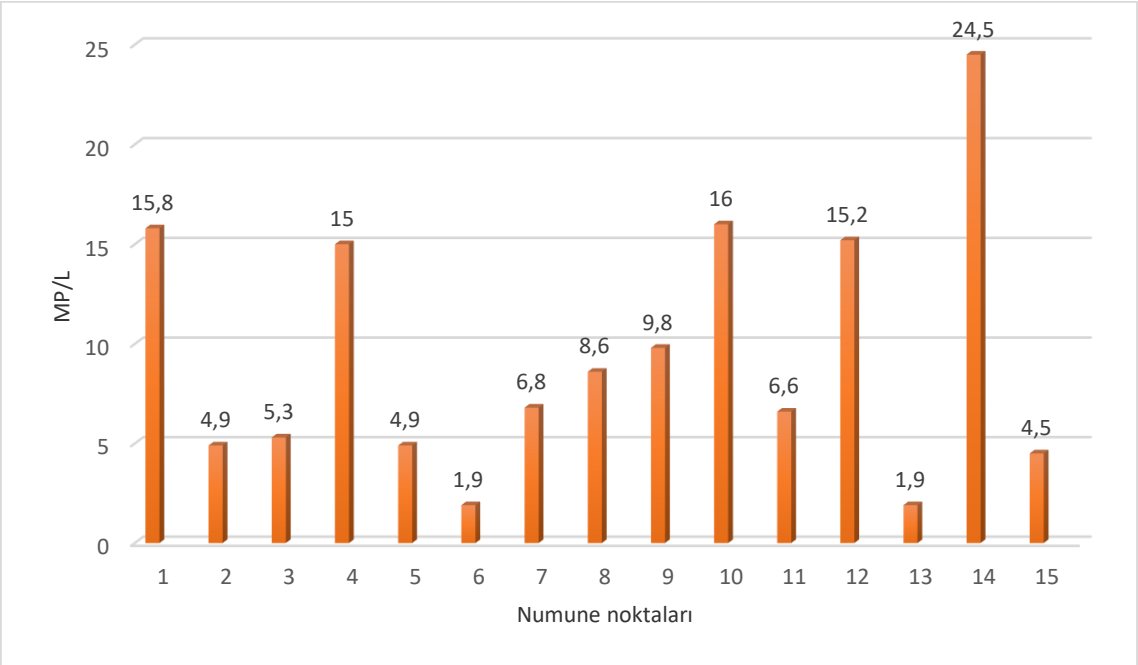
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Yerüstü Sularında Mikroplastik Analiz Sonuçları

Görsel 1'de Konya kapalı havzası yerüstü sularında tespit edilen mikroplastik miktarları gösterilmiştir. Yerüstü sularında mikroplastik miktarı en yüksek çıkan nokta 24,5 MP/L ile

Niğde Çamadır'da bulunan Ecemiş Kaynağı olmuştur. Bu noktada en çok görülen mikroplastik türü fragmentler olup en çok görülen renk ise gri olarak belirlenmiştir. Noktalar incelendiğinde en az konsantrasyon ise 1,9 MP/L ile Konya Hadim Balcılar Köyü yolu üzeri köprüsünden ve yine 1,9 MP/L ile Ankara Şereflikoçhisar Berat Cömertoğlu Cad. mesire yeri yanından alınan numunelerde tespit edilmiştir.

Analizler sonucunda en çok görülen mikroplastik türü fragment olmuştur. Fragmenti fiberler, filmler, pellet ve foamlar takip etmiştir. Sayılan mikroplastik türlerinin renkleri incelendiğinde en çok rastlanan renk %85'lik oran ile şeffaf, en az görülen renk ise %0,03 ile mor olmuştur. Şeffaf ve mordan başka gri, beyaz, siyah, mavi, kahverengi, yeşil, sarı, pembe, kırmızı renkleri görülmüştür.



Görsel 1. Yerüstü sularında tespit edilen mikroplastik konsantrasyonları

Elde edilen sonuçların literatürde yapılan yüzeysel sularda mikroplastiklerle ilgili araştırmalarla karşılaştırılması için Çizelge 2'de araştırılan diğer çalışmalar gösterilmiştir. Yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile yaptığımız çalışmaların sonucu kıyaslandığında verilerimizin literatürle uyumlu olduğu görüldü. Mikroplastik varlığının havza genelinde birbirine yakın değerlerde bulunduğu ve en yüksek değerin 24,5 MP/L ile Ecemiş Kaynağı'nda çıktığı gözlemlendi. Ecemiş Kaynağı'nda görülen en baskın tür fragment olarak belirlendi. Fragmentler ikincil mikroplastikler sınıfına girmekte olup büyük plastiklerin çevresel etkilere maruz kalarak daha küçük parçalara ayrılmasından kaynaklanmaktadır [2]. İkincil mikroplastiklerin kaynakları genellikle evsel kaynaklı atıksular ve yıkama suları olarak söylenebilir. Numune alınan noktaların yakınında faaliyet gösteren sanayi kuruluşları olmadığı için mikroplastiklerin kaynağı olarak evsel kaynaklı atıksular veya yıkama suları söylenebilir.

Çizelge 2. Yüzeysel sularda mikroplastiklerle ilgili yapılmış çalışmalar

Örnekleme Alanı	Mikroplastik Miktarı	Türler	Kaynak
Los Angeles ve San Gabriel nehirleri, ABD	13,7 MP/L	Fragment, foam, pellet, film	[21]
Rhone nehri, İsviçre	7 MP/L	Pellet, foam, fragment, fiber, film	[22]
Wuhan nehri, Çin	1660-8925 MP/m^3	Fiber, film, granül, pellet	[23]
Snake nehri, ABD	0–0.0014 MP/L	Fragment, film, fiber	[24]
Rhine nehri, Almanya	0,05-8,3 MP/L	Mikro boncuklar	[25]
Tiber platosu nehirleri	483-967 MP/L	Fiber, fragment, pellet	[26]
Zhangjiang nehri, Çin	50-725 MP/L	Fiber, film, fragment, foam, pellet	[27]
Meuse ve Dommel nehirleri, Hollanda	67-11,532 MP/m^3	Fiber	[28]
Kuzey Saskatchewan nehri, Kanada	4,6-88,3 MP/ m^3	Film, fiber, fragment	[29]
Ganga nehri, Hindistan	0-0,125 MP/L	Fiber, fragment	[30]
Konya kapalı havzası, yüzeysel su kaynakları, Türkiye	1,9-24,5 MP/L	Fragment, fiber, film, foam, pellet	Bu çalışma, 2022

3.2. Mikroplastiklere İlintili Klorlu ve Fosforlu Pestisit Analiz Sonuçları

Mikroplastiklere ilintili pestisitlerin analizi için yapılan çalışmaların sonucunda 15 nokta için OCP sonuçları incelendiğinde en yüksek Σ20-OCP konsantrasyonu 10. örnekleme noktası olan Isparta Yenişarbademli'de ki Yenişarbademli Deresi'nde 117.42 µg/g olarak görüldü. En düşük Σ20-OCP konsantrasyonu ise Konya Seydişehir'de bulunan Suğla membasında görüldü. Numunelerde görülen en yüksek OCP konsantrasyonu Yenişarbademli Deresi'nde görülen 40.817 µg/g ile β-HCH oldu. En düşük OCP olan methoxychlor ise Konya Seydişehir Suğla membada 0.38 ng/g olarak görülmüştür. Numunelerde görülen OCP'ler kendi aralarında gruplandırılarak toplam konsantrasyonlar değerlendirildiğinde tüm örnekleme noktalarında en yüksek çıkan OCP grubu HCH ve izomerleri (%61.56) olmuştur. Toplam konsantrasyonlar incelendiğinde ise en az görülen OCP elde edilen verilere göre Σheptachlor olmuştur.

Örnekleme noktalarından alınan numunelerde analiz edilen OPP konsantrasyonları değerlendirildiğinde en yüksek Σ6-OPP konsantrasyonu 76.526 µg/g ile Aksaray Merkezde bulunan Ağzıkarahan Deresi'dir. En düşük Σ6-OPP konsantrasyonu ise 0.143 µg/g ile Aksaray Güzelyurt Ilısu Nehri oldu. Baskın olarak görülen OPP bileşiği ise Ağzıkarahan Deresi'nde görülen malathiondur (%94.83). En az görülen OPP ise ethyl parathion olmasına karşı bazı noktalarda disulfoton diğer pestisitlerden daha az olarak görülmüştür.

Literatürde daha önce yapılmış mikroplastiklere ilintili pestisitlerle ilgili çalışmalar Çizelge 3'de verilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde elde ettiğimiz sonuçların bu çalışmalardaki sonuçlardan yüksek olduğu görülmüştür. Konya havzasında 2019 yılında yapılan araştırmalara göre 2279480 ha tarım alanı bulunmaktadır [31]. Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında OCP'lerin en yüksek çıktığı Isparta Yenişarbademli'de tarım alanlarının fazla olmamasına karşılık HCH izomerlerinin oldukça yüksek konsantrasyonlarda olduğu görülmüştür. Tarım alanlarının çok olmadığı Yenişarbademli'de özellikle β-HCH konsantrasyonunun yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum β-HCH'nin çevresel şartlara ve bozunmaya karşı daha dirençli olmasının bir sonucu olarak yorumlanmıştır [32].

Çizelge 3. Literatürde mikroplastiklere ilintili pestisitler ile ilgili yapılmış çalışmalar

Pestisit Türü	Konsantrasyon (ng/g)	Kaynakça
Σ15 OCP	198-1202	[33]
Σ4 Chlordane	1,8-60	[34]
Σ3 DDT	0,2-124	[35]
DDE	0,16-3,1	[36]
Σ4 HCH	0,4-1,44	[37]
Σ4 HCH	3-112	[38]
Σ20 DDT	0-7100	[39]
Σ20 OCP	1-454	[40]
Σ20 OCP Σ6 OPP	0,38-94971 143-76526	Bu çalışma, 2022

1979 yılında kullanımına sınırlandırma getirilen ve 1985 yılında kullanımı tamamen yasaklanan OCP türü olan HCH'nin kalıcılığının yüksek olması ve kaçak kullanımların sonucu olarak sadece bu noktada değil tüm noktalarda lüteratüre göre oldukça yüksek seviyelerde görüldü. Tarımın oldukça yaygın olduğu Konya kapalı havzası içerisinde kullanımı yasak olan OCP'lerin çoğu için aynı şeyi söylemek mümkündür. Geçmişten günümüze en çok bilinen ve kullanımı en yaygın olan OCP'lerden biri olan DDT ise bazı noktalarda yüksek bazı noktalarda da orta seviyelerde görüldü. Örnekleme noktalarında bir kaçında DDT türevleri olan DDD ve DDE konsantrasyonları DDT'den daha yüksek çıktı. Bu durum ise DDT'lerin uzun süredir burada olduklarının ve çevresel şartlardan dolayı bozunmaya uğrayarak türevlerinin oluşmaya başladığının bir göstergesi olmuştur.

OPP sonuçlarını incelediğimiz zaman ise en yüksek konsantrasyon Aksaray Merkez'de görülmüştür. Her ne kadar insanlar açısından zararlı olsa da OPP'lerin günümüzde kullanımına dair bir yasak getirilmemiştir. Kullanımlarının güncel zamanda devam ediyor olması sonuçları daha kabul edilebilir kıldı. Fakat literatürle karşılaştırma yaptığımız zaman daha önceki çalışmalara göre daha yüksek sonuçlar elde edildi. OCP'ler ile kıyaslandığında OPP konsantrasyonlarının daha düşük çıkması kalıcılıklarının daha düşük olmasının bir diğer kanıtı olmuştur.

Mikroplastiklerle ile pestisitler arasındaki adsorpsiyon ilişkisini etkileyen birçok faktör vardır. Bunları çevresel koşullar, mikroplastiklerin özellikleri, aşınma durumları, polimer tipi, hidrofobiklik vb. gibi sıralamak mümkündür. Çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde OCP konsantrasyonları ile mikroplastik konsantrasyonları arasında korelasyon görülmüştür. Fakat bu durum OPP'ler için geçerli olmamıştır. Bu durum OCP'lerin kalıcılıklarının OPP'lere göre daha yüksek olmasıyla açıklanabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Mikroplastik ve mikroplastiklere ilintili pestisitler günümüzde araştırılması, sonuçlarının ve etkilerinin oldukça açık bir şekilde ortaya koyulması gereken bir konudur. Dünya genelinde mikroplastiklerle ilgili su kaynaklarında, canlılarda, toprakta, besinlerde çok sayıda araştırma ve analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar paylaşılmıştır. Ülkemizde ise mikroplastikler ile ilgili özellikle denizlerde bulunan mikroplastikler ve etkileri hakkında çalışmalar yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Mikroplastiklere ilintili organik kirleticiler ile ilgili aktif olarak yapılan bir çalışma olmamakla birlikte özellikle yüzeysel sularda bu konuda yapılan hiçbir çalışmanın bulunmaması endişe verici bir konudur. Bu çalışma ülkemizde havza bazında yapılan özellikle mikroplastiklere ilintili pestisitlerin analizi için gerçekleştirilmiş ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Ülkemizde yasaklanan OCP'ler ile aktif olarak kullanılan OPP'ler ve bunları yapısında adsorplayıp su kaynaklarında taşıyıcı görev gören mikroplastiklerin örnekleme noktalarında bol miktarda görülmesi endişe verici bir durum olmuştur. Türkiye genelinde bu konu hakkında yapılan araştırmaların eksikliği, insanlar tarafından bilinçsizce kullanılan plastikler ve pestisitlerle ilgili bilgi eksikliğinin temelini oluşturmuştur. Konya kapalı havzası için yapılan bu ve benzeri çalışmalar Türkiye genelinde yaygınlaştırılmalı ve daha çok proje gerçekleştirilmelidir. Yapılan veya yapılacak olan çalışmalar insanlara daha çok ulaştırılmalı, insanların bu konuda bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Her ne kadar kullanımı yasaklanmış olsa bile kaçak kullanılan OCP'ler için daha sıkı denetimler gerçekleştirilmeli ve aksi durumda gerekli idari cezalar uygulanmalıdır. Kalıcılığı az olsa da zararları fazla olan ve uygulandığında çoğu hedef olmayan çevreye yayılan OPP'lerin kullanımı sınırlandırılmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Costa, J. P., Duarte, A. C., Rocha-Santos, T. A. P. Microplastics – Occurrence, Fate and Behaviour in the Environment, Characterization and Analysis of Microplastics, November, 75, 1-20, 2016.

[2] Ta, A., T., Babel, S. Current status of microplastics contamination in marine and freshwater environments, Water Perspectives in Emerging Countries, October, 2-10, 2019.

[3] Aydın, S., Ulvi, M., Aydın, M, A., Ulvi, A., *Mikroplastikler ve çevresel etkileri*. 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 17-26. Ankara, 2019.

[4] Esmeray, E., Armutçu, C. Mikroplastikler, Çevre-İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Analiz Yöntemleri, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ağustos, 8, 839-868, 2020.

[5] Yurtsever, M., Abiyotik bir su ürünü olan sofra tuzunda mikroplastik kirliliği tehlikesi. Su Ürünleri Dergisi, Nisan, 35, 243-249, 2018.

[6] Yurtsever, M. Nano- ve Mikroplastik'lerin İnsan Sağlığı ve Ekosistem Üzerindeki Olası Etkileri, Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, Aralık, 5 (2) , 17-24, 2019.

[7] Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, X., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., Amato, S. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes, Marine Pollution Bulletin, December , 77, 177-182, 2013.

[8] Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamsın, N. J., Boldgiv, B. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake, Marine Pollution Bulletin, August, 85, 156-163, 2014.

[9] Yurtsever, M., Mikroplastiklere Genel Bir Bakış, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Şubat, 17, 68-83, 2015.

[10] Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar Torun, F., Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Mart, 40 (1), 87- 92, 2009.

[11] Akdoğan, A., Divrikli, Ü., Elçi, L., Pestisitlerin Önemi ve Ekosisteme Etkileri, Akademik Gıda Dergisi, Mart, 10 (1), 125-132, 2012.

[12] Akdoğan, A., *Bazı pestisitlerin kromatografik ayrılmaları ve tayinleri*, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Denizli, 2011.

[13] Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Endo, S., Mato, Y., Saha, M., Okuda, K., Nakashima, A., Murakami, M., Zurcher, N., Booyatumanondo, R., Zakaria, M. P., Dung, L. Q., Gordon, M., Miguez, C., Suzuki, S., Moore, C., Karapanagioti, H. K., Weerts, S., McClurg, T., Burres, E., Smith, W., Velkenburg, M. V., Lang, J. S., Lang, R. C., Laursen, D., Danner, B., Stewardson, N., Thompson, R. C. International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs, Marine Pollution Bulletin, October, 58, 1437-1446, 2009.

[14] Viršek, M, K., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, M., Kržan, A. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis, Journal of Visualized Experiments, December, 118, 1-9, 2016.

[15] Tunçer, S., Artüz, O., B., Demirkol, M., Artüz , M., L. First repoort of occurrence, distribution, and composition of microplastics in surface waters of the Sea of Marmara, Turkey, Marine Pollution Bulletin, October, 135, 283-289, 2018.

[16] Syakti, A., D., Hidayati, N., V., Jaya, Y., V., Siregar, S., H., Yude, R., Suhendy, Asia, L., Wong-Wah-Chung, P., Doumenq, P., Simultaneous grading of microplastic size sampling in the Small Islands of Bintan water, Indonesia, Marine Pollution Bulletin, November, 137, 593-600, 2018.

[17] Huang, Y., Yan, M., Xu, K., Nie, H., Gong, H., Wang, J. Distribution characteristics of microplastics in Zhubi Reef from South China Sea, Environmental Pollution, December, 255, 1-8, 2019.

[18] Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X., Ma, D. Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China, Environmental Pollution, December, 231, 541-548, 2017.

[19] Diri, M., *Konya Kapalı Havzası yüzeysel su kalitesi değişiminin izlenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2018.

[20] Tübitak Mam Çevre Enstitüsü, Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Konya Kapalı Havzası Proje Nihai Raporu, 2010.

[21] Moore, C. J., Lattin, G. L., Zellers, A. F. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California, Journal of Integrated Coastal Zone Management, March, 11(1), 65-73, 2011.

[22] Faure, F., Demars, C., Wieser, O., Kunz, M., De Alencastro, L.F. Plastic pollution in Swiss surface waters: nature and concentrations, interaction with pollutants, Environmental Chemistry, 12, 582–591, 2015.

[23] Wang, W., Ndungu, A.W., Li, Z., Wang, J. Microplastics pollution in inland freshwaters of China: a case study in urban surface waters of Wuhan, China, Science of the Total Environmental, January, 575, 1369–1374, 2017.

[24] Kapp, K. J., Yeatman, E. Microplastic hotspots in the Snake and Lower Columbia rivers: A journey from the Greater Yellowstone Ecosystem to the Pacific Ocean, Environmental Pollution, October, 241, 1082-1090, 2018.

[25] Mani, T., Blarer, P., Storck, F. R., Pittroff, M., Wernicke, T., Burkhardt-Holm, P. Repeated detection of polystyrene microbeads in the lower Rhine River, Environmental Pollution, February, 245, 634–641, 2019.

[26] Jiang, C., Yin, L., Li, Z., Wen, X., Luo, X., Hu, S., Yang, H., Long, Y., Deng, B., Huang, L., Liu, Y. Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau, Environmental Pollution, June, 249,91-98, 2019.

[27] Pan, Z., Sun, Y., Liu, Q., Lin, C., Sun, X., He, Q., Zhou, K., Lin, H. Riverine microplastic pollution matters: a case study in the Zhangjiang River of Southeastern China, Marine Pollution Bulletin, October, 159, 2020.

[28] Mintenig, S., Kooi, M., Erich, M., Primpke, S., Redondo-Hasselerharm, P., Dekker, S., Koelmans, A., van Wezel, A., A systems approach to understand microplastic occurrence and variability in Dutch riverine surface waters, Water Research, June, 176, 2020.

[29] Bujaczek, T., Kolter, S., Locky, D., Ross, M, S., Characterization of microplastics and anthropogenic fibers in surface waters of the North Saskatchewan River, Alberta, Canada. FACETS, September, 6, 26–43, 2021.

[30] Napper, I.E., Baroth, A., Barrett, A.C., Bhola, S., Chowdhury, G.W., Davies, B.F., Duncan, E.M., Kumar, S., Nelms, S.E., Niloy, M.N.H., The abundance and characteristics of microplastics in surface water in the transboundary Ganges River, Environmental Pollution, April, 274, 2021.

[31] Ateşoğlu, A., Arıkan, T. B., Yıldız, S. Konya kapalı havzası orman, mera ve tarım alanlarının değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Aralık, 21, 821-832, 2019.

[32] Sarı, M. F., Esen, F. Hava ve polen örneklerindeki organoklorlu pestisit (OCP kalıntıları ve bu ortamlar arasındaki kirletici geçişlerinin belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, Ocak, 1-7, 2021.

[33] Rodriguez, C., Fossatti, M., Carrizo, D., Sanchez-Garcia, L., Teixeira de Mello, F., Weinstein, F., Lozoya, J. P. Mesoplastics and large microplastics along a use gradient on the Uruguay Atlantic coast: Types, sources, fates, and chemical loads, Science of the Total Environment, June, 721, 2020.

[34] Van, A., Rochman, C. M., Flores, E. M., Hill, K. L., Vargas, E., Vargas, S. A., Hoh, E. Persistent organic pollutants in plastic marine debris found on beaches in San Diego, California, Chemosphere, January, 89, 258-263, 2012.

[35] Hirai, H., Takada, H., Ogata, Y., Yamashita, R., Mizukawa, K., Saha, M., Kwan, C., Moore, C., Gray, H., Laursen, D., Zettler, E.R., Farrington, J.W., Reddy, C.M., Peacock, E.E., Ward, M.W., Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches, Marine Pollution Bulletin, August, 62, 1683–1692, 2011.

[36] Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., Kaminuma, T. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment, Environmental Science Technology, 35, 318-324, 2001.

[37] Le, D. Q., Takada, H., Yamashita, R., Mizukawa, K., Hosoda, J., Tuyet, D. A. Temporal and spatial changes in persistent organic pollutants in Vietnamese coastal waters detected from plastic resin pellets, Marine Pollution Bulletin, August, 109, 320-324, 2016.

[38] Ryan, P. G., Bouwman, H., Moloney, C. L., Yuyama, M., Takada, H. Long-term decreases in persistent organic pollutants in South African coastal waters detected from beached polyethylene pellets, Marine Pollution Bulletin, October, 64, 2756-2760, 2012.

[39] Rios, L. M., Moore, C., Jones, P.R. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment, Marine Pollution Bulletin 54, August, 1230–1237, 2007.

[40] Rios, L. M., Jones, P. R., Moore, C., Narayan, U. V. Quantitation of persistent organic pollutants adsorbed on plastic debris from the Northern Pacific Gyre's "eastern garbage patch", Journal of Environmental Monitoring, 12, 2226-2236, 2010.

EGE 6. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
İZMİR
10 - 11 EYLÜL 2022

GHRELIN AS A POTENTIAL THERAPEUTIC AGENT FOR AGING-RELATED SARCOPENIA

Ayodeji Oluwatobi OJETUNDE
Department of Human Physiology, Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna state, Nigeria
https://orcid.org/0000-0001-6189-5109

ABSTRACT

Sarcopenia is a condition that occurs as people age and is characterized by a loss of both muscle mass and function. This condition increases the risk of falling, impairs stability, causes immobility, and even results in death. Ghrelin, a 28-amino acid peptide hormone is produced mainly by the stomach. Also, the digestive system, energy balance, and reproductive and cardiovascular systems are all known to be regulated by ghrelin. But does it help to treat or ameliorate sarcopenia brought on by ageing? From the literature, both the acylated and unacylated forms of ghrelin have been demonstrated to increase muscle anabolism and exert protective effects against muscle atrophy in animals. However, unacylated ghrelin is a better option for sarcopenia because it has not been linked to obesity and because it caused a strong shift towards oxidative metabolism in muscle. In older mice, unacylated ghrelin decreased age-related muscular atrophy and enhanced muscle function. Additionally, there is a connection between patients with sarcopenia and plasma ghrelin levels. Furthermore, when tested on healthy older adults, MK-677 (a ghrelin mimic) has also been associated with an increase in mean fat-free mass, body cell mass, limb fat and total body weight. Additionally, in healthy older people at risk for functional decline, capromorelin, a ghrelin agonist, enhanced physical performance and body composition. To ascertain the mechanism of action by which ghrelin reduces and ameliorates sarcopenia in animal models and elderly people, more experimental studies must be conducted. But drug developers and researchers should focus on ghrelin's potential as a treatment or preventative for age-related sarcopenia.

Keywords: Sarcopenia; Ghrelin; Aging; Ameliorative effects; Therapeutic agent

INTRODUCTION

Sarcopenia is a condition in which as people age, their muscle mass and function decline [1]. It frequently results in a higher risk of falls, poor stability, immobility, fractures, a loss of independence, an elevated death rate [13], and a higher rate of morbidity, making it a serious health concern for older people [2, 3]. Independent of age, ethnicity, obesity, illness, wealth, or health habits, sarcopenia is significantly linked to self-described physical disability in both men and women [4].

However, lack of exercise [5], hormonal and cytokine imbalance [6], decreased protein synthesis and regeneration [7], sedentary behaviour [8], and low birth weight [9] have all been linked to sarcopenia predisposing factors. When no explanation other than aging is given, primary sarcopenia is known to be age-related.

In addition, sarcopenia is frequently linked to other medical diseases such as cachexia [10], frailty [11], and obesity [12]. Age-related muscle atrophy has also been linked to various pathophysiological and natural variables, including hereditary deficits, inactivity, immobility, endocrine dysfunctions, dietary inadequacies, and inflammation [14].

However, complex processes, such as increased levels of myostatin and activin A, altered insulin-like growth factor 1-Akt/protein kinase B (IGF1-Akt-FoxO) signalling, activation of the nuclear factor kappa B (NF-Kb) pathway, and glucocorticoid effects, are involved in muscle wasting. The central nervous system (CNS) has also been shown to play a role in controlling muscle wasting in several diseases, including infection and tumours [15]. Aging causes muscular atrophy, which is a decrease in muscle mass and fibre size. Muscle atrophy results from the net loss of proteins, cytoplasm, and organelles in myofibers [16]. Muscle wasting, and the establishment of chronic mild inflammatory conditions, which is a hallmark of aging, are caused by trophic hormones that are generally declining or that are declining in their capacity to evoke their usual cellular response [17].

However, a 28-amino acid peptide hormone called ghrelin is mainly produced by the stomach [18]. In addition to the stomach, it is expressed in a variety of other tissues as well, including the jejunum, duodenum, ileum, lung, colon, heart, kidney, pancreas, testicles, pituitary, and hypothalamus [19].

Even though ghrelin works well to stop sarcopenia and muscular atrophy in cancer patients cachexia [20] and it has also been suggested that it might be able to increase muscle mass [21], ghrelin has thus been suggested in a study as a remedy for sarcopenia [20], however, the full explanation of its methods of action is still lacking. And, at this time, the United States Food and Drug Administration (FDA) has not approved any medications to treat sarcopenia.

This study aims to summarize and review the known findings of ghrelin in ameliorating aging-related sarcopenia. The results of this study will aid researchers and the drug industry in using ghrelin as a potent pharmacological/therapeutic agent for sarcopenia.

Plasma ghrelin level and sarcopenia

To ascertain the ameliorative effects of ghrelin in age-related sarcopenia, numerous experimental and cross-sectional research have been conducted. For instance, Serra-Prat et al. conducted a cross-sectional study to ascertain the association between plasma ghrelin levels and sarcopenia in elderly persons to identify whether there is a correlation between the circulating plasma ghrelin level and sarcopenia in older people. 33 young individuals (aged 25–65) and 55 elderly subjects (older than 90) were recruited for the study. They discovered that women had significantly higher mean ghrelin levels than men in both age groups. However, the mean ghrelin levels were comparable in both elderly and young men and women. In the older population, it was also noted that subjects with sarcopenia had significantly lower ghrelin levels than subjects without sarcopenia, although these differences vanished when gender was taken into account. However, according to Serra-Prat et al. findings, the cross-sectional investigation did not provide an absolute conclusion concerning the relationship between ghrelin levels and sarcopenia [22].

Ghrelin in animal models

In a study conducted by Guillory et al. to determine the function of ghrelin in aging with possible regulation of body composition and muscle function. The deletion of ghrelin was found to reduce the decline in phosphorylated adenosine monophosphate-activated protein kinase (pAMPK) and downstream mediators in muscle. Additionally, ghrelin deletion was said to increase the number of type IIa (fatigue-resistant, oxidative) muscle fibres, thereby preventing the ageing-related loss in muscular strength and endurance. The research by Guillory et al. demonstrated the significance of ghrelin during aging and revealed a brand-new AMPK-dependent mechanism for ghrelin action in muscle [23].

Since acylated ghrelin (AG) partially restored muscle mass in mice [23] but has obesity as a potential side effect and can worsen sarcopenia [24] and mediate age-associated adipose tissue inflammation [25]. Therefore, Agosti et al. conducted a study to investigate the potentiality of unacylated ghrelin (UnAG) in preventing age-associated muscle wasting. This was done to avoid the potential adverse metabolic effects of AG and to broaden the previously reported characterization of ghrelin knockout (KO) mice during aging, especially focusing on the differences between young and aged muscles. According to the study, ghrelin gene deletion (Ghrl KO) and lifetime overexpression of UnAG (Tg) in mice both reduced age-related muscular atrophy and functional decline as well as systemic inflammation. Additionally, they noted that pharmaceutical doses of unacylated ghrelin did not alter aged mice's body weight, food habits, or adipose tissue mass while improving muscle performance. The study by Agosti et al. encouraged the development of unacylated ghrelin analogues as a sarcopenia treatment [26].

Additionally, Wu et al. used fully back-crossed WT and Ghrl-/- mice to conduct a study employing metabolic characterizations, gene expression analysis, western blotting, cell culture, mitochondrial function analysis, and gut microbiota investigation. The study made use of age-matched male mice. Overall, the findings of the Wu et al. study demonstrated that ghrelin is crucial for sustaining aged muscle through both muscles intrinsic and extrinsic pathways. Unacylated and acylated ghrelin were said to promote muscle anabolism and have protective effects against muscle atrophy. Wu et al. concluded that since acylated ghrelin has the obesogenic side effect, unacylated ghrelin offers a promising treatment alternative for treating sarcopenia. [27].

Ghrelin mimetic and sarcopenia

Age-related reductions in growth hormone (GH) release may be a factor in the loss of muscle mass, strength, and function [28]. The impact of a ghrelin mimetic on the release of growth hormone has been investigated. Nass et al. found that daily injection of MK-677 considerably increased growth hormone and insulin-like growth factor I levels in healthy older individuals without experiencing any notable negative effects. According to the study's findings, mean fat-free mass increased in those taking MK-677 but dropped in those taking a placebo. This was also true for body cell mass, which was indicated by intracellular water. Additionally, the MK-677 group experienced a larger average increase in limb fat than the placebo group. In MK-677 recipients, changes in bone mineral density compatible with enhanced bone remodelling occurred. The ghrelin mimetic MK-677 was found to considerably increase fat-free mass in the study, enhance pulsatile growth hormone release, and be generally well tolerated [29].

Table 1. Ghrelin and sarcopenia

Formula	Model	Reported outcome	Dosage	References
-	Elderly group and young adult, cross-sectional study	In the elderly group, there was a significantly lower ghrelin levels in subjects with sarcopenia than those without sarcopenia	-	[22]
Ghrelin	Adult male C57BL/6J WT, ghrelin+/+, and KO, ghrelin -/- mice	Increased body weight, food intake and muscle strength in both ghrelin wild-type and knockout mice after treatment of old mice with pharmacologic doses of ghrelin.	0.8mg/kg	[23]

Unacylated ghrelin	C57BL/6 *Ghrl-/-* (*Ghrl* KO) and C57BL/6-*Myh6/Ghrl* transgenic (Tg) mice	Reduction of age-related muscle atrophy and functionality decline, likewise systemic inflammation. Improved muscle performance in old mice	100µg/Kg	[26]
Unacylated and acylated ghrelin	18- to 20-month-old C57BL/6J male mice	Enhanced muscle anabolism and exertion of protective effects for muscle atrophy by acylated ghrelin and unacylated ghrelin	500µg/kg	[27]
Ghrelin mimetic (MK-677)	Healthy older adults, randomized, double-blind, placebo-controlled study	Increased mean body mass and total body weight. However, there was no significant difference in muscle function, strength and quality of life	25mg	[29]
Ghrelin agonist (capromorelin)	Healthy older adults, randomized, double-blind, placebo-controlled study	Increase in lean mass, tandem walk and stair climb	10mg three times/week, 3mg twice a day, 10mg each night, and 10mg twice a day for different groups	[28]

Ghrelin receptor agonist and sarcopenia

GH secretagogues (GHS) can boost physical performance and muscle mass [62]. Based on this presumption, White et al. conducted a randomized, double-masked, placebo-controlled, multicenter study to examine the safety and effects of capromorelin, an orally active GH secretagogue (GHS), on hormonal, body composition and physical performance in older adults with mild functional limitation. The study's findings revealed improvements in peak nocturnal GH, body weight, lean body mass, tandem walking, and stair climbing. White et al. concluded that giving GHS capromorelin to healthy older persons who are at risk of functional decline could improve their physical function and body composition [28].

Summary of the findings/conclusion/further studies

These findings collectively imply that ghrelin has a role in aging. Unacylated ghrelin is a better option for sarcopenia because it has not been linked to causing obesity and it induced a strong shift towards oxidative metabolism in muscle. However, both acylated and unacylated ghrelin has been proven to enhance muscle anabolism and exert protective effects for muscle atrophy in animals. As a result, urgent action is required to design unacylated ghrelin analogues for the treatment of sarcopenia. Also, it has been suggested that using pharmaceutical dosages of unacylated ghrelin during treatment can enhance muscle performance. Additionally, there is a link between patients with sarcopenia and plasma ghrelin levels. Furthermore, when evaluated on healthy older adults and adults with mild functional impairments, respectively, MK-677, a GHS, has likewise been connected to a rise in GH and IGF-1. Although additional experimental study is required to establish the exact mechanism by which ghrelin reduces or ameliorates sarcopenia in older individuals and animals. But drug producers and researchers should concentrate on ghrelin's potential as a treatment or preventative for age-related sarcopenia.

Financial Disclosure

The author declared no financial support.

Conflict of Interest

The author declared that no conflicts exist.

REFERENCES

[1] Rosenberg, I. H. (117). Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr. 127(5): 990-991. https://doi.org/10.1093/jn/127.5.990S

[2] Wang, H., Hai, S., Cao, L., Zhou, J., Liu, P. & Dong, B. R. (2016). Estimation of prevalence of sarcopenia by using a new bioelectrical impedance analysis in Chinese community-dwelling elderly people. BMC Geriatr. 16(1): 216. https://doi.org/10.1186/s12877-016-0386-z

[3] Bokshan, S. L., DePasse, J. M. & Daniels, A. H. (2016). Sarcopenia in orthopedic surgery. Orthopedics. 39(2): 295-300. https://doi.org/10.3928/01477447-20160222-02

[4] Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., et al. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol. 147(8): 755-763. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009520

[5] Abate, M., Di Iorio, A., Di Renzo, D., Paganelli, R., Saggini, R. and Abate, G. (2007). Frailty in the elderly: the physical dimension. Eura Medicophys. 43(3): 407-415.

[6] Ryall, J. G., Schertzer, J. D. & Lynch, G. S. (2008). Cellular and molecular mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and weakness. Biogerontology, 9(4): 213-228. https://doi.org/10.1007/s10522-008-9131-0

[7] Marcell, T. J. (2003). Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 58(10): 911-916. https://doi.org/10.1093/gerona/58.10.m911

[8] Booth, F. W., Chakravarthy, M. V. & Spangenburg, E. E. (2002). Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. J Physiol. 543(2): 399-411. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.019265

[9] Patel, H. P., Jameson, K. A., Syddall, H. E., Martin, H. J., Stewart, C. E., Cooper, C. et al. (2012). Developmental influences, muscle morphology, and sarcopenia in community-dwelling older men. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 67(1): 82-87. https://doi.org/10.1093/gerona/glr020

[10] Durham, W. J., Dillon, E. L. & Sheffield-Moore, M. (2009). Inflammatory burden and amino acid metabolism in cancer cachexia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 12(1): 72-77. https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32831cef61

[11] Bauer, J. M., Kaiser, M. J. & Sieber, C. C. (2008). Sarcopenia in nursing home residents. J Am Med Dir Assoc. 9(8): 545-551. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2008.04.010

[12] Waters, D. L. & Baumgartner, R. N. (2011). Sarcopenia and obesity. Clin Geriatr Med. 27(3): 401-421. https://doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.007

[13] Morley. J. E. (2016). Pharmacologic options for the treatment of sarcopenia. Calcif Tissue Int. 98(4): 319-333. https://doi.org/10.1007/s00223-015-0022-5

[14] Bonaldo, P. & Sandri, M. (2013). Cellular and molecular mechanisms of muscle atrophy. Dis Model Mech. 6(1): 25-39. https://doi.org/10.1242/dmm.010389

[15] Duan, K., Gao, X. & Zhu, D. (2021). The clinical relevance and mechanism of skeletal muscle wasting. Clin Nutr. 40(1): 27-37. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.07.029

[16] Schiaffino, S., Dyar, K. A., Ciciliot, S., Blaauw, B. & Sandri, M. (2013). Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. FEBS J. 280(17): 4294-4314. https://doi.org/10.1111/febs.12253

[17] Chung, H.Y., Kim, D. H., Lee, E. K., Chung, K. W., Chung, S., Lee, B. et al. (2019). Redefining chronic inflammation in aging and age-related diseases: Proposal of the senoinflammation concept. Aging Dis. 10(2): 367-382. https://doi.org/10.14336/AD.2018.0324

[18] Kojima, M., Hosoda, H., Date, Y., Nakazato, M., Matsuo, H. & Kangawa, K. (1999). Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. Nature. 402(6762): 656-660. https://doi.org/10.1038/45230

[19] Au, C. C., Furness, J. B. & Brown, K. A. (2017). Ghrelin and breast cancer: Emerging roles in obesity, estrogen regulation, and cancer. Front Oncol. 6:265. https://doi.org/10.3389/fonc.2016.00265

[20] Wang, W., Andersson, M., Iresjö, B. M., Lönnroth, C. & Lundholm, K. (2006). Effects of ghrelin on anorexia in tumor-bearing mice with eicosanoid-related cachexia. Int J Oncol. 28(6):1393-400. https://doi.org/10.3892/ijo.28.6.1393

[21] Garcia, J. M., Garcia-Touza, M., Hijazi, R. A., Taffet, G., Epner, D., Mann, D. et al. (2005). Active ghrelin levels and active to total ghrelin ratio in cancer-induced cachexia. J Clin Endocrinol Metab. 90(5): 2920-2926. https://doi.org/10.1210/jc.2004-1788

[22] Serra-Prat, M., Papiol, M., Monteis, R., Palomera, E. & Cabré, M. (2015). Relationship between Plasma Ghrelin Levels and Sarcopenia in Elderly Subjects: A Cross-Sectional Study. J Nutr Health Aging. 19(6): 669-672. https://doi.org/10.1007/s12603-015-0550-8

[23] Guillory, B., Chen, J. A., Patel, S., Luo, J., Splenser, A., Mody, A. et al. (2017). Deletion of ghrelin prevents aging-associated obesity and muscle dysfunction without affecting longevity. Aging Cell. 16(4): 859-869. https://doi.org/10.1111/acel.12618

[24] Batsis, J. A. & Villareal, D. T. (2018). Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. Nat Rev Endocrinol. 14: 513-537. https://doi.org/10.1038/s41574-018-0062-9

[25] Lin, L., Lee, J. H., Buras, E. D., Yu, K., Wang, R., Smith, C. W. et al. (2016). Ghrelin receptor regulates adipose tissue inflammation in aging. Aging (Albany NY). 8: 178-191. https://doi.org/10.18632/aging.100888

[26] Agosti, E., De Feudis, M., Angelino, E., Belli, R., Alves Teixeira, M., Zaggia, I. et al. (2020). Both ghrelin deletion and unacylated ghrelin overexpression preserve muscles in aging mice. Aging (Albany NY). 12(14): 13939-13957. https://doi.org/10.18632/aging.103802

[27] Wu, C. S., Wei, Q., Wang, H., Kim, D. M., Balderas, M., Wu, G., Lawler, J., Safe, S., Guo, S., Devaraj, S., Chen, Z. & Sun, Y. (2020). Protective effects of ghrelin on fasting-induced muscle atrophy in aging mice. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 75(4): 621-630. https://doi.org/10.1093/gerona/gly256

[28] White, H. K., Petrie, C. D., Landschulz, W., MacLean, D., Taylor, A., Lyles, K. et al. (2009). Effects of an oral growth hormone secretagogue in older adults. J Clin Endocrinol Metab. 94(4):1198-1206. https://doi.org/10.1210/jc.2008-0632

[29] Nass, R., Pezzoli, S. S., Oliveri, M. C., Patrie, J. T., Harrell, F. E., Jr., Clasey, J. L. et al. (2008). Effects of an oral ghrelin mimetic on body composition and clinical outcomes in healthy older adults: A randomized trial. Annals of internal medicine. 149: 601–611. https://doi.org/10.7326/0003-4819-149-9-200811040-00003

COMPARISON BETWEEN USING GENETIC ALGORITHM AND FMINCON METHODS FOR SOLVING THE OPTIMAL POWER FLOW OF IEEE-30 BUS STANDARD SYSTEM

Omar Sagban Al-butti[1], Prof.Dr. Mustafa Burunkaya[2]

[1] Gazi University, College of Engineering (Technology), 0000-0002-1436-9357

[2] Gazi University, College of Engineering (Technology), 0000-0002-3971-0590

ABSTRACT

In this study, Fmincon MATLAB optimization and Genetic Algorithm-based computational intelligence optimization techniques (GA) have been employed to aim to solve the Optimal Power Flow issue (OPF) in a power system in order to satisfy both conditions load requirement of the system (demand) and operational limitations of the system including equality and inequality constraints at the possible lowest generation cost. The used method provides the best setting for controlling the variables in the OPF including the active generator output and generator bus voltages with the aim of reducing the cost of generation and production. The proposed soft computing optimization strategies were evaluated and tested. The results of both optimization strategies were compared and assessed on an American Electric IEEE 30-bus standard system while meeting the maximum and minimum limits for the control and system data variables. The results demonstrated the effectiveness of the strategy based on MATLAB optimization fmincon, which was offered as a solution to the optimal power flow problem with high efficiency and flexibility for implementation and analysis on power system networks. Additionally, the effectiveness of AG-OPF was tested by keeping the number of generations constant while choosing various population size values of candidate solutions. It was found that the effectiveness of AG is higher when the population size values rise, but it is still inferior to the fmincon method. As a result, the GA-OPF approach and the fmincon method can both be used to deal with the problem of optimal power flow. Because of their adaptability to impose a wide range of constraints and their ability to optimize generation cost curves, so they can be used on a large scale and in larger networks of electrical systems.

Keywords: Optimal power flow, MATLAB optimization, Genetic Algorithm

1. INTRODUCTION

In all practical power systems, lowering operating costs and losses is essential. An optimization problem known as the optimal power flow (OPF) problem seeks to balance all operational limitations while minimizing costs. It is feasible to find many optimal local solutions to the OPF problem, which is a challenging, highly nonlinear, multimodal, restricted optimization problem with non-differentiable, and non-smooth objective functions [1].

The main goal of OPF is to plan power generation so that fuel costs are kept to a minimum and all equality and inequality requirements are satisfied OPF can be used to achieve other benefits, such as system loss reduction, voltage profile enhancement, and system security, in addition to lowering fuel costs. Thus, determining a steady-state operating point with acceptable system performance in terms of real and reactive power restrictions, line flows, and outputs of various compensating devices, among other things, is the objective of the OPF.

On the issue of OPF, numerous studies have been done, with varying degrees of difficulty. Alsac [2], introduced a traditional method to solve the problem of OPF. In a base-case problem, the system's outputs (rear power generation MW, transformer taps, voltage level, etc.) that may be controlled within their limits are optimized in accordance with some predetermined objective, ensuring that the constraints on other quantities are not violated. Le [3], proposed a combined pseudo-gradient-based OPS method with the constriction factor (PGPSO) and the differential evolution (DE) technique for tackling OPF and the security-constrained optimal power flow (SCOPF) problems. The IEEE 30 bus system was used to test this technology, and it was successful in resolving these issues. Hassan [4], suggested optimizing particle swarm to reduce losses and cost. Samala [5], suggested a hybrid algorithm for loss minimization, total operating cost minimization, and voltage stability index improvement that incorporates fuzzy logic controller (FLC) and Ant-Lion Optimization Algorithm approaches (ALOA). A Heap-based Optimization Algorithm (IHOA) was developed by Shaheen [6] to reduce overall fuel costs, emissions, and active power losses. Benhamida [7], used a new method to solve the OPF problem by fmincon.

Examples of traditional approaches are the Gradient Method, Newton-Raphson Method, and Lambda-Iterative Technique. However, these conventional approaches require linear incremental cost curves for the generators. In practical uses, the input-output curves of generators are discontinuous and non-linear due to ramp-rate restrictions, multiple fuel effects, and confined operating zones [8].

In this paper, the IEEE 30-bus system is discussed. Six generators are efficiently scheduled using the GA (Genetic Algorithm) and fmincon optimization, and the fuel costs in the two scenarios are compared in the conclusion. All of the analyses are carried out MATLAB program.

The organization of the paper is described as follows. Section 2, describes the OPF's problem formulation, as well as the objective functions and restrictions. Section 3, offers the solution approach for the objective function by applying the fmincon and GA algorithms, In Section 4, the system and the numerical outcomes are shown. Section 5, summarizes the conclusion in the end.

2. METHODOLOGY

The OPF seeks to decrease the objective function while guaranteeing that the restrictions of equality and inequality are met in the power system. OPF will be mathematically formulated in this section as a restricted optimization problem.

2.1. Objective Function

Minimization of fuel cost: The goal of this type of problem is to reduce total fuel costs as much as possible, defined by the term Economic dispatch (ED) and it can be written as in Eq. (1).

$$Min(f) = \sum_i (a_i + b_i P_{Gi} + c_i P_{Gi}^2) \quad (1)$$

The equations below can be used to represent the power that is injected into the system through each bus.

$$Pi = \sum_{j=1}^{N} V_i |V_j| \, |Y_{ij}| \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_i) \quad (2)$$

$$Qi = \sum_{j=1}^{N} V_i |V_j| \, |Y_{ij}| \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_i) \quad (3)$$

Where Pi & Qi are the active & reactive power outputs of the ith generator, δ is voltage angle and Yij is the admittance of line between ith and jth bus.

2.2. Problem constraints

The OPF problem's equality and inequality requirements can be expressed as flowing equations.

Equality Constraints:

$$Pi = Pload + Ploss \quad (4)$$

$$Qi = Qload + Qloss \quad (5)$$

Inequality Constraints:

$$P_{G.min} < P_G < P_{G.max} \quad (6)$$

$$Q_{G.min} < Q_G < Q_{G.min} \quad (7)$$

$$V_{i.min} < V_i < V_{j.max} \quad (8)$$

$$S_{ij.min} < S_{ij} < S_{ij.max} \quad (9)$$

Where a_i, b_i, c_i: cost coefficients of ith generator, V_i, V_j: voltage of the ith and the jth bus, Pi & Qi: active and reactive power of the ith generator, δ is voltage angle and is the Admittance of line between ith and jth bus, S_{ij}: capacity of the lines between the buses. The scripts "min" and "max" are used to indicate the matching lower and upper limitations, respectively.

2. SOLUTION METHOD

2.1. Solution method by GA

A set of rules known as a genetic operator can be applied to existing problems to generate new solutions [9, 10]. In genetic operator selection, a heuristic approach is frequently employed. A fitness function is a measurement for evaluating how well a suggested solution would work. The fitness function that is used can often have an impact on the operator selection as a result, the fitness function has been presented in this understanding of genetic operators [11, 12].

3.1.1. Selection

The selection process is choosing an individual from the population, then replicating him in the new population. A function of adaptation (fitness function) is computed for each individual in the population and utilized to make the selection. The objective function value is directly proportional to the likelihood of selecting or reproducing an individual [13].

3.1.2. Crossover operation

In this work, a mathematical methodology is employed. Each child (C_1, C_2) is created as follows in mathematical form:

$$C_1 = P_C \cdot fathers1 + (1 - P_C) \cdot fathers2,$$
$$C_2 = P_C \cdot fathers2 + (1 - P_C) \cdot fathers1; 0 \leq P_C \leq 1 \quad (10)$$

Where Pc is probability of crossover.

3.1.3. Mutation

The population is randomly selected, with the mutation rate set at 1%. According to Eq. (11), for a particular individual, M inside a population, a particular element (a chromosomal gene) M_i undergoes mutation.

$$M_I^* = M_i + \beta d \quad (11)$$

Where d (0, 1) indicates a unilateral deviation number with a Gaussian distribution with a mean of zero. β is a parameter representing 30% of the M_i value. 10% of the population is regarded as a mutant.

The fitness function (f) is described as the total of the objective function $Min(f)$ and a term of penalty that is subject to the violation of the limitation P in the penalty function method to address inequality restrictions in issues of minimizing.

$$f = \frac{1}{1+Min(f)+P} \quad (12)$$

The objective of the penalty parameter P is to keep the magnitude of the constraint violation similar to the value of the objective function, $Min(f)$. This penalty is the result of how much each output variable exceeds the overall output variable constraint. It should be mentioned that this penalty weight has nothing to do with power or anything else. Instead, the weight has a large appropriate coefficient to avoid the algorithm from arriving at an incorrect result.

The resultant chromosomes (P_{Gi}), which belong to the following population/generation, are then examined on objective function. The process is stopped once the best/optimal chromosome ($P_{Gi.New}$) has been selected, if this is the optimal Generation, otherwise the aforementioned processes must be repeated.

3.1.4. General GA parameters

A population of 100, 200, and 300 candidate solutions was used in the GA. For 50 generations, the population was left to evolve. Elitism is employed to ensure that only the top 5% of the

population lives to the next generation. The probability of simple crossover is 0.8 and the probability of uniform parameter mutation is 0.01- default of MATLAB [14].

3 .2. Solution method by fmincon

Since the problem is an optimization problem and the objective function (Economic dispatch) is a nonlinear equation (Eq.1), the fmincon function introduced in MATLAB can be used to solve this problem. The fmincon is used to determine the minimum bounded nonlinear multivariate function. It adjusts a given function's value and returns the function's lowest value that complies with bounded constraints [15, 16]. The optimization problem can be expressed mathematically as follows:

(Objective function):

$$min\ f\ (x) \tag{13}$$

(Constraints):

$$A_x \leq b, Aeq._x = beq, \mathrm{C}(x) = 0, \mathrm{C}eq(x) = 0, lb \leq x \leq ub \tag{14}$$

Where $f(x)$ is the function of cost, A_x and $A_{eq.x}$ are matrices, b and beq are vectors, C(x) and Ceq (x) are defined as functions that are submitted (x) and return vectors, The vector x's lower and upper bounds are represented by the variables lb and ub, respectively.

It is necessary to determine and compute the system's upper and lower bounds as well as its initial setpoint, the variable $x0$ represents the starting initial setpoint of the objective function. To determine the generators' lowest cost of generation, fmincon does the necessary computations, makes the necessary modifications, and manages the variables that can be manipulated. These variables are as follows:

1. **The bus voltages:** Manual settings have been made for the bus voltage boundaries. The bus voltage lower and higher bound limitations have been set at 0.95 and 1.05 per unit, respectively. For the buses, this permits a margin of 0.05 per unit.

2. **The generator limits:** The real power limits of the generators are taken directly from the input data described in the bus data matrix.

3. RESULT AND DISCUSSION

Figure 1 shows the standard IEEE 30 bus system, which was studied. System lines and bus data can be accessed at (www.ee.washington.edu/research/pstca/) and [1]. The system's generators have been placed on buses 1, 2, 5, 8, 11, and 13, and the system's overall demand was 283.4. (MW). The buses' maximum and minimum voltage values have been determined to be 1.05 and 0.95 per unit, respectively.

The first bus was referred to as the slack busbar. The fuel cost coefficients, active and reactive power variables outputs, and other data are shown in Table 1 and were obtained from [1, 17].

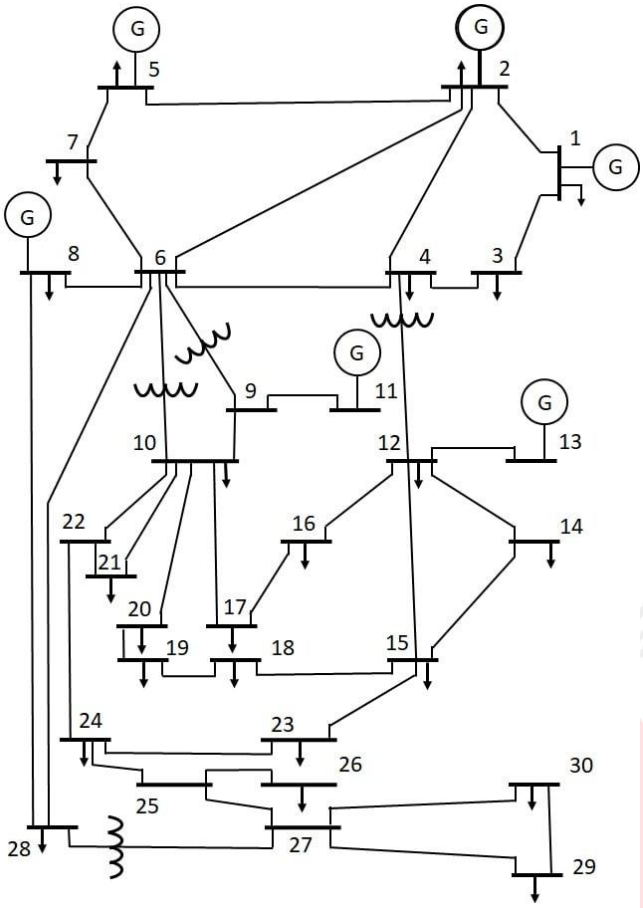


Figure 1. IEEE 30-bus standard test system

Table 1. Cost function and generator limit variables for the IEEE 30 bus test system

No. bus	$P_{G\,min}$	$P_{G\,max}$	$Q_{G\,min}$	$Q_{G\,min}$	Cost Function
1	50	200	-20	250	$2P_i+0.00375P_i^2$
2	20	80	-20	100	$1.75P_i+0.01750P_i^2$
5	15	50	-15	80	$1.0P_i+0.0625P_i^2$
8	10	35	-15	60	$3.25P_i+0.00834P_i^2$
11	10	30	-10	50	$3.0P_i+0.025P_i^2$
13	12	40	-15	60	$3.0P_i+0.025P_i^2$

Figure 2 compares the active power generation outputs of the control variables of an IEEE 30 bus system using fmincon and GA, and further shows that those outputs are within the upper and lower limits of the power system.

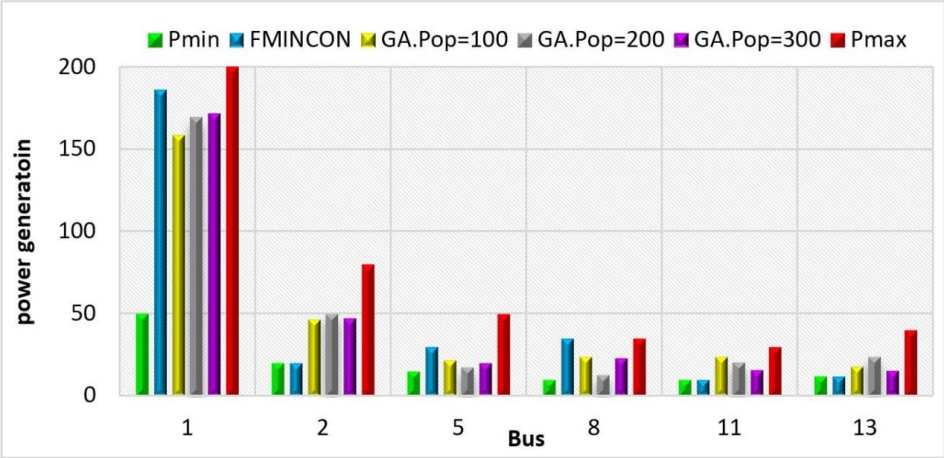


Figure 2. Comparison chart of real power generation using GA and fmincon

For objective functions, unit power generation, and system transmission losses, the implementation results of the GA-based method and the fmincon-based method of the IEEE 30 bus standard were compared. Table 2 shows that the fmincon method, which was used in this study, performed better in terms of lowering generation costs and requiring less time for implementation, while the losses by the genetic algorithm were lower.

Table 2. Results of fmincon and GA method

IEEE 30 Bus	FMINCON	$GA_{Pop=100}$	$GA_{Pop=200}$	$GA_{Pop=300}$
P_1 (MW)	186	158.22	169.51	171.57
P_2 (MW)	20	46.61	49.94	47.40
P_3 (MW)	30	21.91	17.49	20.00
P_4 (MW)	35	23.69	12.83	22.99
P_5 (MW)	10	23.95	20.30	15.77
P_6 (MW)	12	17.95	23.75	15.17
P_{LOSS} (MW)	9.70	8.54	10.43	9.50
P_{Total} (MW)	293.01	291.94	293.83	292.90
Cost ($/h)	797.74	807.23	805.01	803.70
Time (s)	11.68	100.22	114.62	217.79

4. CONCLUSION

This study compared the application of GA and fmincon on problems involving optimal power flow. It also aims to improve system performance and power efficiency. In order to reduce generation costs and find the lowest cost possible while meeting a set of requirements and constraints.

According to the results. The fmincon technique is the best at lowering generation costs and is faster. Also, the GA method improves its performance when the population value increases but at the expense of time. It is one of the suitable solution methods for its flexibility and dealing with a wide range of constraints and has the ability to improve and can be widely used in electric power systems.

REFERENCES

[1] Abou El Ela, A. A., Abido, M. A., & Spea, S. R. (2010). Optimal power flow using differential evolution algorithm. Electric Power Systems Research, 80(7), 878-885.

[2] Alsac, O., & Stott, B. (1974). Optimal load flow with steady-state security. IEEE transactions on power apparatus and systems, (3), 745-751.

[3] Le, P. M., Duong, T. L., Vo, D. N., Le, T. T., & Nguyen, S. Q. (2020). An Efficient Hybrid Method for Solving Security-Constrained Optimal Power Flow Problem. International Journal on Electrical Engineering and Informatics, 12(4), 933-955.

[4] Hasan, V., & Mohammed, F. (2020). Optimal power flow for a power system under particle swarmoptimization (PSO) based. International Journal of Computer Applications, 177(33), 99-110.

[5] Samala, R. K., & Mercy Rosalina, K. (2021). Optimal allocation of multiple photo-voltaic and/or wind-turbine based distributed generations in radial distribution system using hybrid technique with fuzzy logic controller. Journal of Electrical Engineering & Technology, 16(1), 101-113.

[6] Shaheen, A. M., El-Sehiemy, R. A., Hasanien, H. M., & Ginidi, A. R. (2022). An improved heap optimization algorithm for efficient energy management based optimal power flow model. Energy, 250, 123795.

[7] Benhamida, F. (2016). A New Solution Method to Economic Dispatch using the MATLAB Function (fmincon). In Conference International AMSE MS (Vol. 5).

[8] Islam, M. Z., Wahab, N. I. A., Veerasamy, V., Hizam, H., Mailah, N. F., Khan, A., & Sabo, A. (2019, November). Optimal Power Flow using a Novel Harris Hawk Optimization Algorithm to Minimize Fuel Cost and Power loss. In 2019 IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technologies (CSUDET) (pp. 246-250). IEEE.

[9] Om, H., & Shukla, S. (2016). Optimal Power Flow Analysis of IEEE-30 bus System using Genetic Algorithm Techniques. International Journal of Engineering Research & Science (IJOER), 2.

[10] Lowen, R., & Verschoren , A. (Eds.). (2007). Foundations of generic optimization: Volume 2: Applications of fuzzy control, genetic algorithms and neural networks (Vol. 24). Springer Science & Business Media.

[11] Mohan, T. M., & Nireekshana, T. (2019, June). A genetic algorithm for solving optimal power flow problem. In 2019 3rd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA) (pp. 1438-1440). IEEE.

[12] Katoch, S., Chauhan, S. S., & Kumar, V. (2021). A review on genetic algorithm: past, present, and future. Multimedia Tools and Applications, 80(5), 8091-8126.

[13] Wankhade, C. M., Saoji, B. P., & Vaidya, A. P. (2012). Comparative Study of GA Based Optimal Power Flow. International Journal on Advanced Electrical and Electronics Engineering.

[14] Maust, R. S., & Klein, R. L. (2000). Optimal power flow using a genetic algorithm and linear algebra. In PROC AM POWER CONF (Vol. 62, pp. 207-212).

[15] Jasemi, A., & Abdi, H. (2022). Probabilistic Multi-Objective Optimal Power Flow in an AC/DC Hybrid Microgrid Considering Emission Cost. Journal of Operation and Automation in Power Engineering, 10(1), 13-27.

[16] Mijatovic, A. (2013). Solving optimal power flow with voltage constraints using MATLAB optimization toolbox (Doctoral dissertation, Murdoch University).

[17] Niknam, T. (2011). Narimani M. r., Jabbari M., and Malekpour AR,“. A modified shuffle frog leaping algorithm for multi-objective optimal power flow,” Energy, 36(11), 6420-6432.

IOT TABANLI, MOBİL CİHAZLAR İLE İZLENEBİLEN VE KONTROL EDİLEBİLEN YENİ VE MODERN BİR HASSAS MANTAR TARIM SİSTEMİ

CEMAL KÖR [1], Prof.Dr. MUSTAFA BURUNKAYA [2]

[1] Gazi Üniversitesi, 0000-0001-6387-4547

[2] Gazi Universitesi, 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Günümüzde insanlığın varlığı ve devamı için zaruri olan enerji, su ve besin kaynakları hızla azalmakta veya gittikçe daha yetersiz hale gelmektedir. Bu sebeplerle tarım sektöründe de verim ve sürdürülebilirlik büyük önem kazanmıştır. Tarımda gözlem ve kontrol verimi artırmakla birlikte bu işlemler insan gücü ile konvansiyonel yöntemler kullanılarak yapıldığında çok fazla emek ve zaman gerektirmektedir. Günümüzde tarım alanında da yeni bir yöntem olarak elektronik otomasyonun kullanımı üretimde verim artışı ve kısıtlı kaynakların daha etkin ve verimli kullanılabilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca içinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 çağının en önemli gelişmelerinden biri ise nesnelerin internetidir (IoT: Internet of Things). Bu amaçlarla otomasyonda izleme, iletişim ve kontrol işlemleri için yeni bir teknoloji olan IoT sistemlerin kullanılmasının önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada insanlar için besin sektöründen ilaç ve kozmetik sektörüne kadar yaygın bir kullanımı olan mantar üretimi ve otomasyonu konusunda konvansiyonel yöntemler yerine güncel ve yeni bir yöntem sunulmuştur. Mantar hızlı bir gelişme periyoduna sahip olması ve kontrollü ortamda otomasyonla üretime uygun olması nedenleri ile tercih edilmiştir. Gerçekleştirilen sistemde üretim için kullanılan kontrollü ortamda dış ve iç ortam fiziksel büyüklükleri sensörler kullanılarak ölçülmektedir. Alınan veriler bir Raspberry Pi mikrodenetleyici ile işlenmekte ve sahip olduğu WIFI ve ethernet modülü ile internet aracılığıyla veri tabanına gönderilmektedir. Bulut sistemi için Google FireBase platformu kullanılmıştır. Sistemde veriler anlık olarak görüntülenebilmiş ve mobil sistemler ile kontrol edilebilmiştir. Ayrıca her bir sensör verisi ayrı ayrı kaydedilebildiği için önceki verilerin farklı amaçlarla kullanılabilmesi de mümkündür. Bu veriler araştırma ve geliştirme için kullanılabileceği gibi, analiz sonuçları günümüzde popüler bir konu olan gelecek zamanlardaki şartları tahmin etmek için vb. kullanılabilir. Bu çalışmada mantar üretimi için gerekli olan parametreler belirlenmiş; sürecinin mobil cihazlar ile izlenmesi, gözlenmesi ve kontrol edilebilmesi için IoT tabanlı yeni bir ölçüm ve kontrol sistemi gerçekleştirilmiştir. Kontrollü

ortamın başarılı ölçüm sonuçları önerilen sistemin sahada kullanımı ile verimin artabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, Mantar, IoT, Tarım teknolojileri.

1. GİRİŞ

Mantarlar günümüzde yemek sektörü, ilaç sektörü, kozmetik sektörü gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Çok sayıda mantar çeşidi bulunmaktadır. Bu mantar çeşitleri iki gruba ayrılır; zehirli mantarlar ve yenilenebilir mantarlar. Mantarların kullanım alanlarından en önemlisi ise ilaç sektörüdür. Penisilin üretiminden kanser tedavisine kadar birçok alanda mantarlar kullanılmaktadır. Kültür mantarlarının protein içeriği kırmızı ete yakın olmasının yanında, kolesterol ve diğer zararlı maddeleri içermediği için hem besin değeri yüksek ve hem de insan sağlığı açısından da faydalı bir besindir. Ülkemizde kültür mantarı üreticiliği özellikle ticari olarak 1980' li yıllardan itibaren önem kazanmıştır. 1973'lü yıllarda üretim 80 ton iken, 1983 yılında 1.400 ton, 2018 yılında ise 46.144 tona ulaşmıştır [1, 2]. Üretimde karşılaşılan en önemli sorunlardan bazıları yüksek enerji maliyeti ve mevsimsel farklılıkların getirdiği maliyetler olabilir [3]. Günümüzde mantar üreticiliğinde iklimlendirme ve otomasyon ile daha hassas yöntemlerin üretimin her aşamasında kullanılabilmesi mümkündür. Bu tür sistemler, işletmelerde ürün kalitesinin ve verimin artmasını sağlayabilmektedir [4].

Günümüzde insanların hayatını kolaylaştıran yüksek teknolojili cihazların kullanımı gittikçe yaygınlaşmakta ve vazgeçilmez hale gelmektedir. Bu konularda nesnelerin İnterneti (IoT : Internet of Things) teknolojisi kullanılarak akıllı cihazlar birbiri ile haberleşebilmekte ve bir ekosistem oluşmaktadır [5]. Bu sistemde internete bağlı olan nesneler insanla etkileşim olmadan internet üzerinden veri paylaşımı yapabilmektedir [6]. IoT, yalnızca internete bağlanabilen cihazların değil aynı zamanda internetsiz cihazların da birbiri ile haberleşmesidir. IoT' nin en önemli düşüncelerinden bazıları fiziksel çevrenin anlaşılması ve kontrol edilebilmesi için bilgi toplanmasıdır [7]. Bu sebeplerle internete bağlı cihazların kullanımı gittikçe artmaktadır. Statista'ya göre araştırmalar birbirine bağlı cihazların sayısının 2019 yılında 8,6 milyar, 2022 yılında ise 13,1 milyar cihazın internete bağlanabildiğini, 2030 yılında ise bu sayının 30 milyar civarında olabileceğini göstermektedir [8].

IoT' nin kullanım alanlarından bazıları ev otomasyonu, enerji sistemleri, sağlık ve tarım vb. sektörlerdir. Dikkat edilirse IoT'nin önemli kullanım alanlarından biri de tarım uygulamalarıdır. Bu çalışmada bir akıllı mantar üretim tesisi oluşturabilmek için IoT teknolojisi kullanılan bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple öncelikle, uygulamadan önce kültür

mantarı üretimi ile ilgili genel bilgilerin ve üretim parametrelerinin tanınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir:

Kültür mantarı tohumları kompost adı verilen malzeme içine ekilerek gerçekleştirilir. Kompost; saman ve tavuk gübrelerinin karışımı sonucu oluşan mantar toprağıdır. Kültür mantarı üreticiliği ve kompost üretimi birbirinden ayrı iş kollarıdır. Kültür mantarlarının bulunduğu ortamın iklimlendirmesi, üretime ve verime etki eden en önemli faktörlerdendir. Kompost, üretim ortamına alındıktan sonra ilk birkaç gün odanın nemi %90 - %95 seviyelerinde olmalıdır. Kompost sıcaklığı ise 35 °C' i aşmamalıdır. Bu sebeple ortam sıcaklığı çok iyi gözlenmelidir. Aksi taktirde kompost küflenmeye başlayabilir ve kültür mantarı gelişimi için olumsuz koşullar oluşabilir. Mantar gelişimini sağlamak için genel olarak ortam koşulları sıcaklık için 15°C - 25°C arasında; nem için %90 üzerinde veya civarında; karbondioksit (CO2) için 1000 – 1500 ppm civarında olabilir [2, 9].

Bu sırada daha önce de belirtildiği gibi kontrol ortamında verilerin internet üzerinden izlenmesi, akışı ve kontrolü için IoT teknolojisi kullanılabilir. Bulut bilişim teknolojisi de IoT' nin tam olarak uygulanabilmesini sağlayabilecek teknolojilerden biridir. Bulut teknolojisi, WEB servisleri ile internet üzerinde veri depolama ve bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir teknolojidir. IoT teknolojisi ile birbirine bağlı cihazlardan çok fazla miktarda bilgi bulut sistemlerinde depolanabilir. Fakat bunun için öncelikle fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi gerekmektedir. Bu amaçla sensörler kullanılır. Özellikle hassas tarım ve genel olarak tarımda IoT uygulamalarında; bitkilerin ihtiyaç duyduğu sıcaklık ve nem bilgilerinin ölçülmesi gerekmektedir [10 - 13]. Kontrol işlemleri için ise günümüzde genel olarak çok çeşitli olabilen mikroişlemciler ve denetleyiciler kullanılabilir [12 - 14].

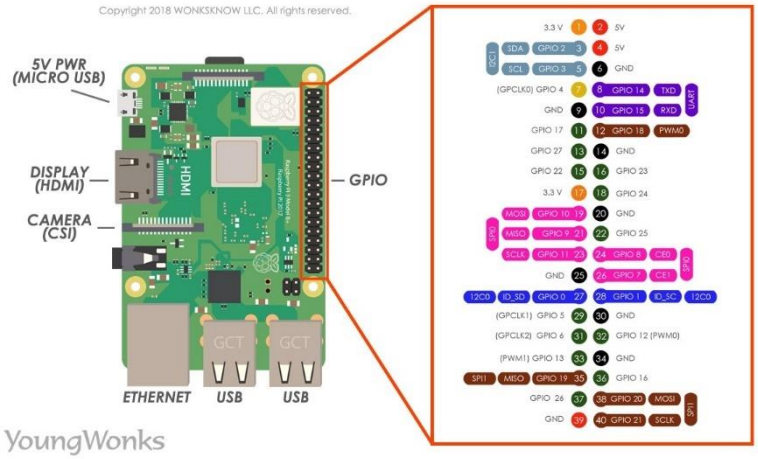
Bütün bu verilen durumlara uygun olarak, bu çalışmada bir IoT tabanlı mantar üretim sistemi ve ortamı modellenmiştir. Bu amaçla veri izleme programları, bulut platformu, haberleşme yöntemi, uygun sensör seçimi ve mikrodenetleyici seçimi konuları dahil çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada 2. Bölümde yapılan deneysel uygulamalar, 3. Bölümde sonuçlar ve değerlendirmeler ve nihayet 4. ve son bölümde ise genel değerlendirme ve sonuçlara yer verilmiştir.

2. DENEYSEL UYGULAMALAR

2.1.Raspberry Pi 3 Mikrodenetleyici

Tasarımda kontrol işlemleri için Raspberry Pi 3 mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır (Görsel 1). Kart içeriğinde dahili olarak WIFI ve ethernet modüllerine sahip olması ve açık kaynak

kodlu olması nedenleri ile yer verilmiştir. Analog girişinin olmaması ve güç tüketimi özellikleri bazı dezavantajlar olarak sayılabilir.



Görsel 1. Raspberry Pi 3 ve Ayak Bağlantı Şeması

2.2.Sensörler ve Ekipmanlar

Ortam sıcaklığı ve nem bilgilerinin alınması için tümleşik DHT22 sıcaklık ve nem sensörü kullanılmıştır. Bu sensör veri okuma tepkisinin hızlı olduğu düşünülerek tercih edilmiştir. Dış ortam sıcaklığının ölçülmesi için LM35 yarıiletken sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Dış ortam sıcaklığının ölçümünde kontrol edilmediği için ek olarak civalı cam termometre kullanılmıştır. LM35'in yarı iletken yapısı ve sağlamlığı nedeni ile uygun olduğu düşünülmektedir. CO2 sensörü olarak hem düşük maliyetli olması ve hem de sayısal veri çıkışı olması sebebi ile CCS811 CO2 sensörü kullanılmıştır. Bu sensör I2C haberleşme yöntemi ile çevre birimlerle veri iletişimi gerçekleştirebilmektedir.

2.3.Analog/Sayısal (A/D) Çevirici

Raspberry Pi 3 mikrodenetleyicisi dahili A/D çevirici birime sahip olmadığı için, harici bir A/D çevirici kullanılması gerekmektedir. ADS 1116 analog çevirici kartı 16 bit okuma hassasiyeti, 4 kanal okuma özelliği ve I2C haberleşme protokolü kullanıldığı için uygulama çalışmasında kullanılmıştır.

2.4.Bulut Sistemi

Bulut sistemi için Google şirketinin belirli bir orana kadar ücretsiz hizmeti olan FireBase kullanılmıştır. Firebase'in realtime Veritabanı özelliği sayesinde aylık 10GB upload-download kullanımına izin verirken 1GB toplam veri depolama alanı sunmaktadır. Bu değerlerin aşılması durumunda ise aşılan değer kadar bir ücretlendirme yapılmaktadır.

2.5.Haberleşme Protokolleri

Sensörlerden veri almak için I2C haberleşme yöntemi kullanılırken, bulut sistemiyle de JSON haberleşme türünü kullanılmıştır.

- I2C Haberleşmesi

I2C 2 adet bağlantı ucu ile iletişim kurulabilmesini sağlayan bir yazılım protokolüdür. Philips firması tarafından oluşturulmuştur. I2C protokolünde yönetici mikrodenetleyicilere (MCU) “master” yönetilen MCU’lara ise “slave” denir.

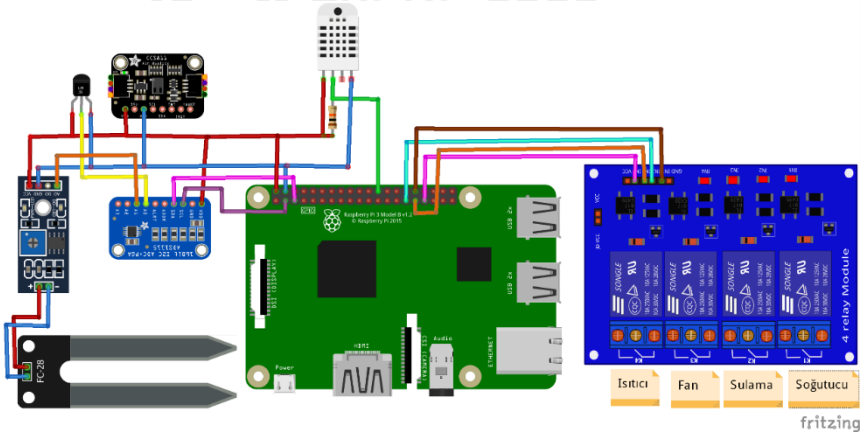
- JSON (JavaScript Object Notation)

İnsanların okuması ve yazması kolay bir veri değişim formatıdır. Makinelerin ayrıştırması ve üretmesi kolaydır. JavaScript Programlama Dili Standardı ECMA-262 3rd Edition- Aralık 1999'un bir alt kümesine dayanmaktadır. JSON, tamamen dilden bağımsız olan ancak C dilleri ailesinin programcılarına aşina olan C, C ++, C #, Java, JavaScript, Perl, Python ve diğerleri. Bu özellikler JSON'u ideal bir veri değişim dili yapar [10].

2.6.Sistem Katmanları

2.6.1 Devre Şeması

Görsel 2’ de görüldüğü gibi CO2 sensörü ve A/D çevirici kartının SCL ve SDA ayakları mikrodenetleyicinin SCL ve SDA ayakları olan GPIO2 ve GPIO3 ayaklarına bağlanmıştır. DHT22 sıcaklık ve nem sensörü mikrodenetleyicinin GPIO8 pinine, LM35 sıcaklık sensörü A/D çeviricinin A0 pinine, toprak nem sensörü A/D çeviricinin A1 pinine bağlanmıştır. Isıtıcı, fan, sulama motoru ve nemlendiricinin çalıştırılması için röle modülünün giriş pinleri sırasıyla GPIO5, GPIO6, GPIO12 ve GPIO13 pinlerine bağlanmıştır. Ayrıca her bir sensörün, A/D çeviricinin ve röle modülünün besleme ve toprak bağlantıları yapılmıştır.



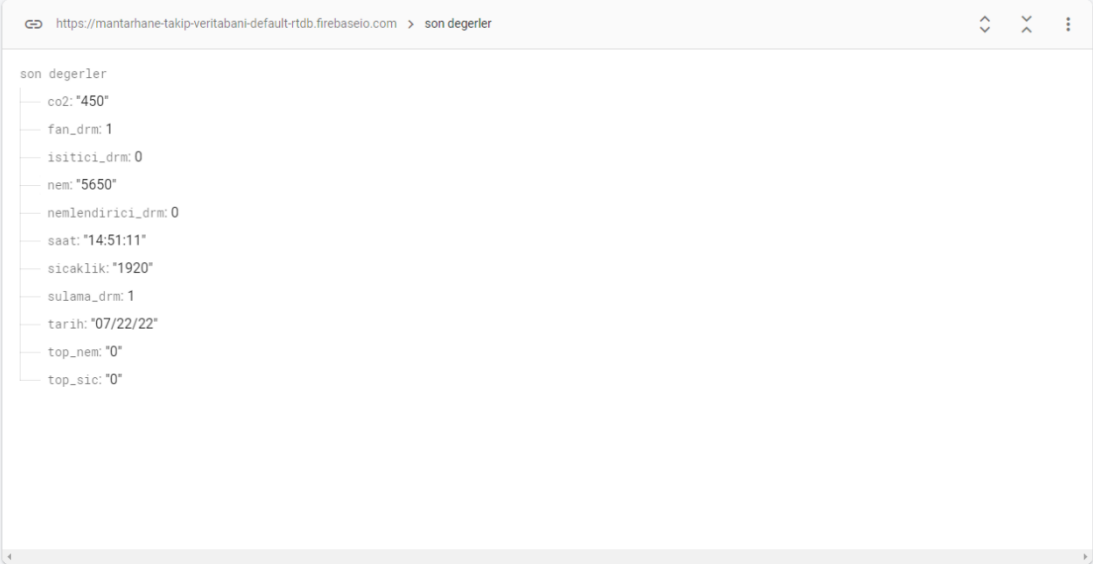
Görsel 2. Sistem Devre Şeması

2.6.2 Veri tabanı ve Verilerin Depolanması

Veri tabanında toplamda "child" denen 4 ana başlık vardır. Bunlar;

Veri_deposu: 1 dakikada bir gönderilen bütün verileri gönderim saati ve tarihine göre depolar. Bu veriler Sistemde Takip Programında liste yapılmak için kullanılır.

Son değerler Child: Görsel 3' de görüleceği gibi, veri_deposu gibi aynı verileri hafızaya alır ama her dakikada bir gelen veri öncekinin üzerine yazılarak, en son alınan veri depolanır.



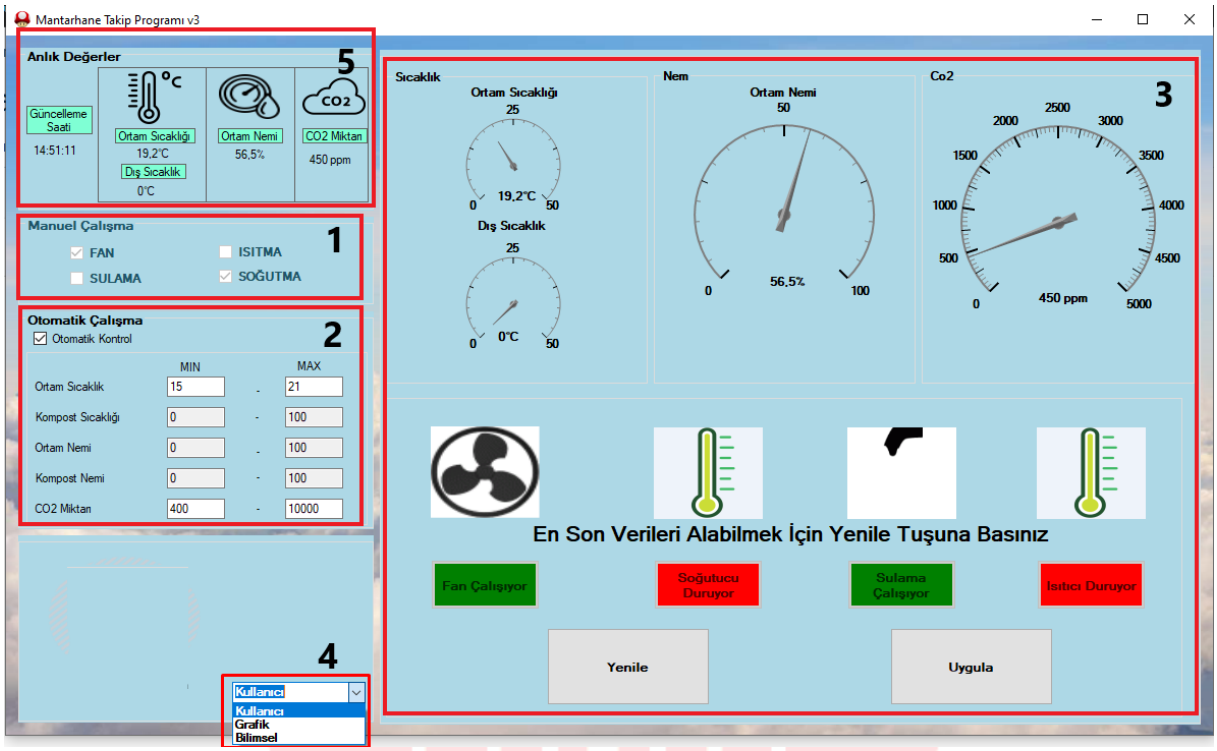
Görsel 3. "Son Değerler" Child Gösterimi

Benzer biçimde "Manuel Child" içinde fan, ısıtıcı, nemlendirici ve sulama rölelerini manuel olarak kontrol etmek için bool veri tipinde değerler kaydedilir. "Otomatik Child" başlığının altında sistemin otomatik olarak kontrol edilmesi arzu edildiği durumlarda gerekli olan en büyük ve en küçük değerler depolanır.

2.6.3 Sistem Takip Programı ve Görsel Arayüz

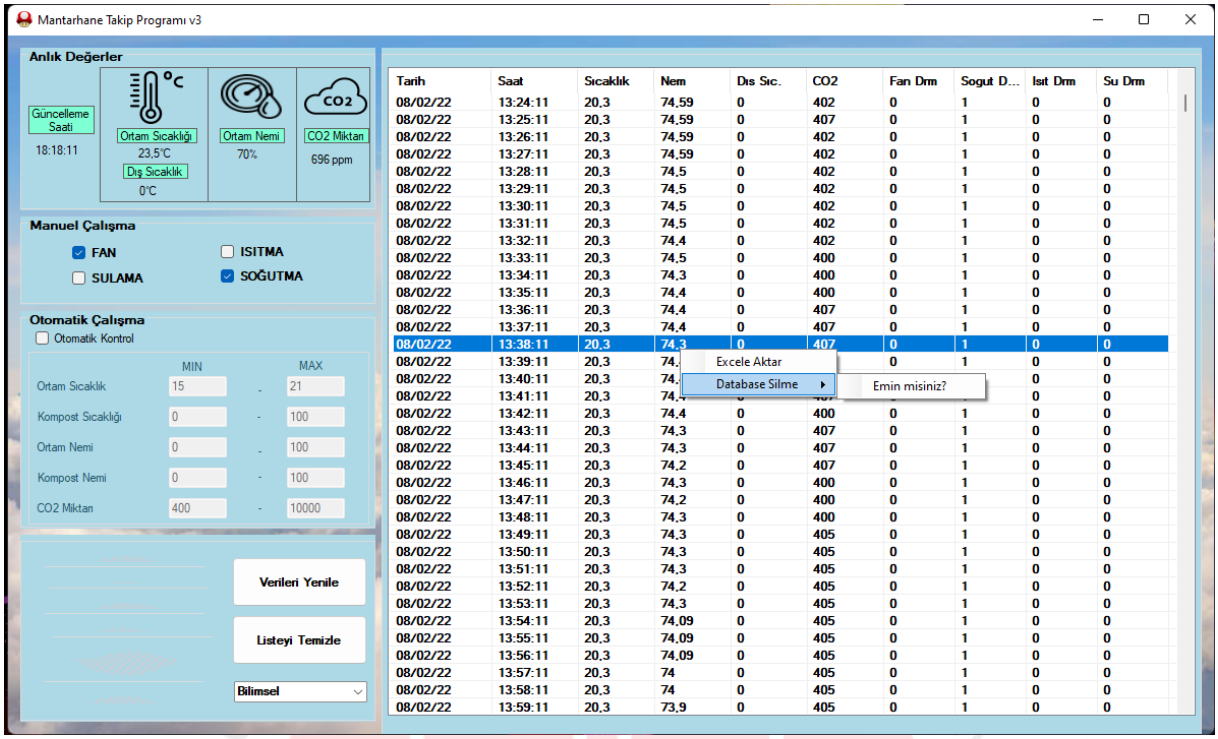
Sistem Takip Programı Görsel 4' de görüleceği üzere 5 bölümden oluşur: Sol üst kısımda görülen 5 numaralı "Anlık Değerler" bölümü veri tabanındaki "son değerler" başlığının içindeki verileri alıp en son gönderilen verileri ekrana getirir. Veri tasarrufu sağlamak için bir Yenile butonu eklenmiştir. Bu butona basılmadığı sürece yeni değerler gösterilmeyecektir. Sol orta bölümde 1 numaralı "Manuel Çalışma" bölümü bulunmaktadır. Bu bölümde isminin yanında bulunan küçük kutulara tıklanarak çalışması istenen bölüm seçilir ve Uygula butonuna basılarak sisteme komut verilir. Bu bölümün çalışabilmesi için Otomatik Kontrol Özelliği devre dışı bırakılmalıdır. Sol alt bölümde ise 2 numaralı "Otomatik Çalışma" bölümü bulunmaktadır. Bu bölümde program kullanıcıdan hangi aralıklarda çalışması gerektiğinin girilmesini bekler. Uygun kutulara en küçük ve en büyük değerler girilerek "Otomatik Kontrol" yazısının yanındaki kutucuk işaretlenerek Uygula butonuna basılır. Otomatik Kontrol işlevleri etkin iken

manuel çalışma yapılamaz. Sağ tarafta görülen 3 numaralı "Görsel Çalışma Bölümü" ise bütün verilerin istenilen şekil doğrultusunda gösterilen bölümdür. Bu bölümde verileri görmek istenilen şekilde ayarlamak için sol alt kısımda bulunan 4 numaralı "Bilgi Ekranı Kullanıcı Bölümü" menüsü kullanılır. Kullanıcı seçeneğinde ise en son ölçülen değerler ve sisteme müdahale eden birimlerin çalışma durumları görülebilir.



Görsel 4. Sistem Takip Programı Görsel Arayüzü

Bilimsel Bölümde ise Görsel 5'de görüldüğü gibi, sistem çalışmaya başladığı andan itibaren toplanan tüm veriler liste şeklinde gösterilir. İstenildiği taktirde liste üzerinde herhangi bir noktaya sağ tıklanarak açılan menüde "Excele Aktar" seçeneği seçilerek bütün tablo verileri Excel'e aktarılabilir. Bu menüde bulunan bir diğer seçenek ise "Veri tabanı Silme" seçeneğidir. Bu seçenek kullanıldığında bu işlem geri alınamayacaktır. Çünkü veri tabanından veriler tamamen silinecektir. Bu seçeneği seçmeden önce yedek alınması gerekmektedir.



Görsel 5. Bilgi Ekranı Bilimsel Bölümü, Excele Aktar ve Veritabanı Silme Menüsü

2.7.Sistemin Çalışması

Sistem kurulup, Raspberry Pi üzerinden yazılım çalıştırıldıktan sonra veri tabanı üzerinden gerekli ayar bilgilerini alınır ve sistem çalışmaya başlar. Başlangıçta ortam koşulları sensörlerden gelen bilgilere göre kontrol edilmekte, bundan sonra ayar değerleri ile kıyaslama yapılarak ilgili iklimlendirme ekipmanı devreye alınmakta veya çıkarılmaktadır.

Veri tabanındaki ayarlarda manuel kontrol aktif ise manuel ayar bilgileri kontrol edilerek hangi ekipmanın devreye alınacağı algılanır ve ilgili ekipman devreye alınır. Manuel kontrolde soğutucu ve ısıtıcı aktif olması gereken sürelerde sürekli aktif iken diğer ekipmanların aktif olma durumu kontrollü olarak gerçekleştirilir. Örneğin ürünün aşırı sulama nedeni ile zarar görmemesi için sulama aktif edildikten sonra dakikada bir ilgili sürücüler 3 saniye çalışır ve sonra durdurulur. Bu durum ilgili sensör ile yeterli nem içeriğinin sağlandığı belirlenene kadar devam eder.

Veri tabanında kayıtlı bulunan ön ayar otomatik kontrol yöntemi aktif edilmiş ise program ortam koşullarını istenilen değerde tutmak için her bir ortam koşulunun en küçük ve en büyük değerlerini veri tabanından alır ve ortam koşullarını istenilen değerlerde tutmak için ilgili sürücülerin otomatik olarak çalıştırılmasını sağlar.

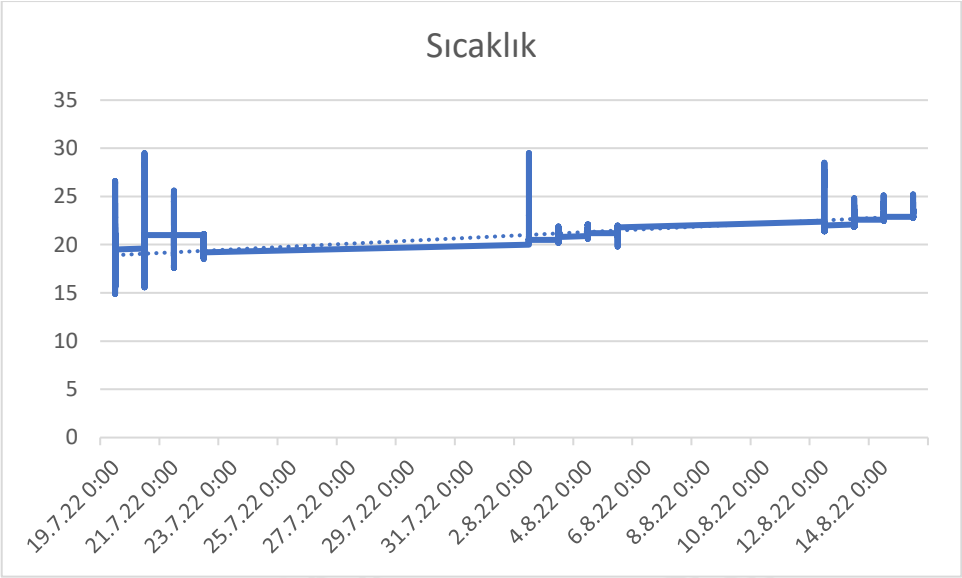
Veri tabanında kayıtlı ayarları değiştirmek ve anlık verileri veya tüm verileri görmek için ise "Sistem Takip Programı v3" programı kullanılır. Program açıldıktan sonra bölüm 2.6.3'te anlatıldığı üzere sistem koşulları takip edilebilir veya ayarlar değiştirilebilir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sistemin performansını test edebilmek için dış ve üretim ortamı sıcaklığı, karbondioksit ve nem içeriği yaklaşık olarak bir aylık süre için, bu süre boyunca birbirini takip eden zaman aralıklarında çeşitli ayar değerleri girilerek, bu ayar değerlerine göre ilgili sürücülerin kontrolü sağlanarak izlenmiştir.

Bu çalışmada dış ortam sıcaklığı LM35 yarı iletken sıcaklık sensörü ve aynı zamanda kontrol edilmediği için civalı cam termometre kullanılarak ölçülmüştür. Yaklaşık olarak bir aylık süre boyunca sistemin bulunduğu ortamdaki dış ortam sıcaklığının gece ve gündüzler de dahil olmak üzere ve yaz dönemi de olduğu için 27,5 ºC – 32 ºC arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Kontrollü ortam sıcaklığı ölçümleri için ise tümleşik sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Başlangıçta ilk bir gün boyunca ayar sıcaklığı 19 ºC' e ayarlandığı için sıcaklık bu değer civarında ölçülmüştür (Görsel 6). Sonraki 3 gün sıcaklık 23 ºC değerine ayarlanmış ve ortalama bu değerde sıcaklık kontrolü sağlanmıştır. Sonraki 20 gün boyunca sıcaklık ayar değeri kademeli olarak 18 ºC ten başlayarak 22 ºC değerine kadar artırılmış ve kontrollü ortamda bu civarda bir sıcaklık salınımı değişimleri izlenmiştir. Yaklaşık son 2-3 günlük civarındaki periyotta ise uygun ortam koşullarının biraz daha üst sınırlarına yakın sınırlarda testler yapılmış ve sıcaklık yaklaşık olarak 22 ºC ile 23 ºC aralıklarında kontrol edilmiştir (Görsel 6). Günlük olarak daha detaylı sıcaklık değişimleri Görsel 7' de verilmiştir.

Grafiklerde çeşitli zamanlarda oluşan büyük ve nispeten ani sayılabilecek değişimler, sistemin çalışmadığı veya ağ bağlantısının koptuğu zamanlarda oluşan en küçük ve en büyük doyum değerlerine aittir.



Görsel 6. Elde Edilen Sıcak Verileri

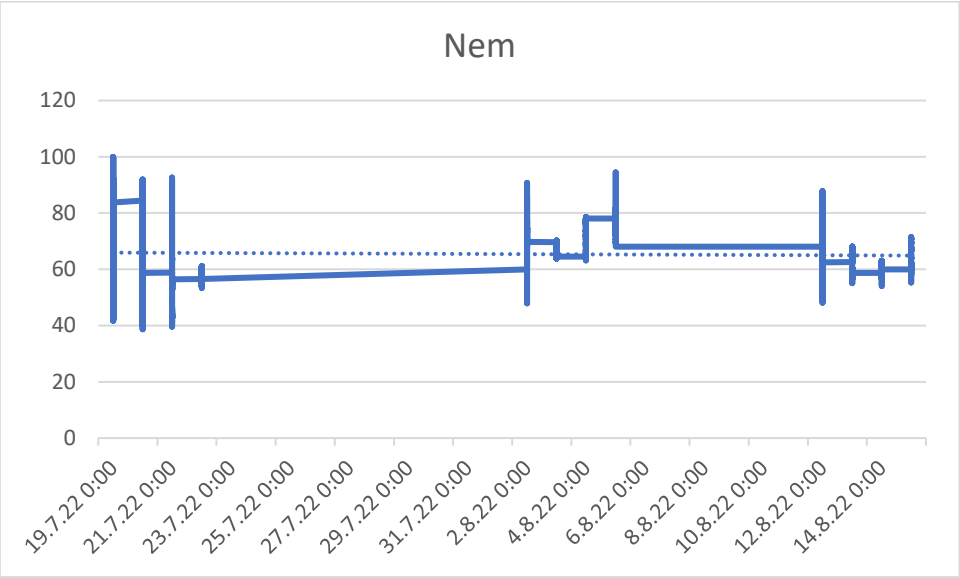
Görsel 7. Bir Günlük Sıcaklık Değişimi

Çalışmada tümleşik DHT 22 sıcaklık ve nem sensörü kullanılarak yaklaşık olarak bir aylık süre boyunca sistemin bulunduğu ortamdaki nem oranının yaklaşık ortalama % 55 ile % 67 arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

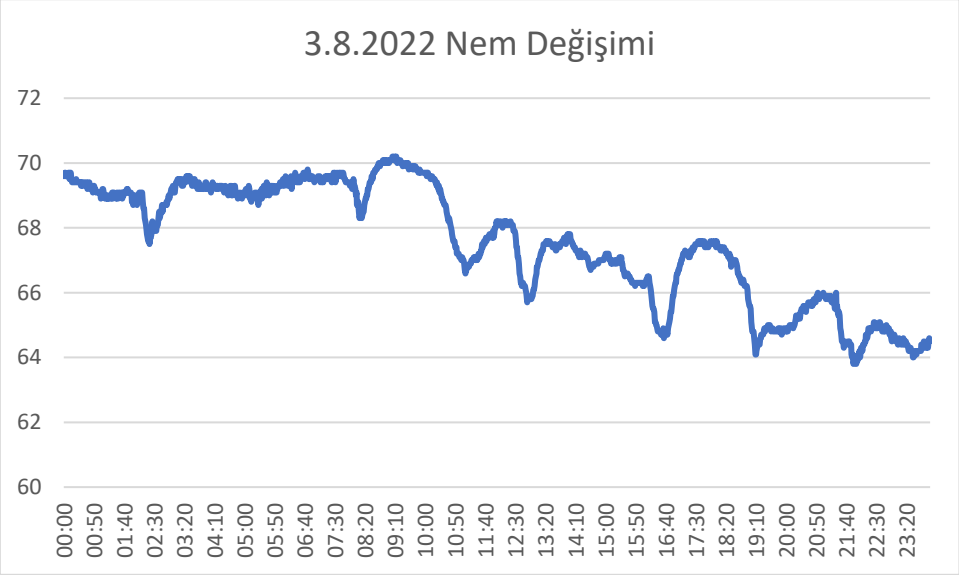
Ortamın nem içeriği, ortama su basınçla küçük partiküller halinde püskürtülerek artırılmıştır. İlk günlerde bu işlem daha aktif kullanıldığı için nem içeriğinin yaklaşık % 85' ler civarında sağlandığı gözlemlenmiştir. Takip eden yaklaşık 13 günlük süre içerisinde nemlendirme etkinliği düşürüldüğü için nem oranının yaklaşık % 60 civarında elde edildiği gözlemlenmiştir. Sonraki zaman periyotlarında da benzer şekilde sürücülerin etkinliğinin kontrol edilmesine

bağlı olarak nem oranının % 68, % 64 ve % 78 gibi değerlerde 3 gün kontrol edildikten sonra, yaklaşık 6 gün boyunca % 68 civarında kararlı olarak kontrol edildiği düşünülebilir (Görsel 8). Günlük olarak daha detaylı nem oranı değişimleri Görsel 9' da verilmiştir.

Sıcaklık ölçümüne benzer şekilde, grafiklerde çeşitli zamanlarda oluşan büyük ve nispeten ani sayılabilecek değişimler, sistemin çalışmadığı veya ağ bağlantısının koptuğu sürelerde ve durumlarda oluşan en büyük ve en küçük doyum değerlerine aittir.



Görsel 8. Elde Edilen Nem Verileri

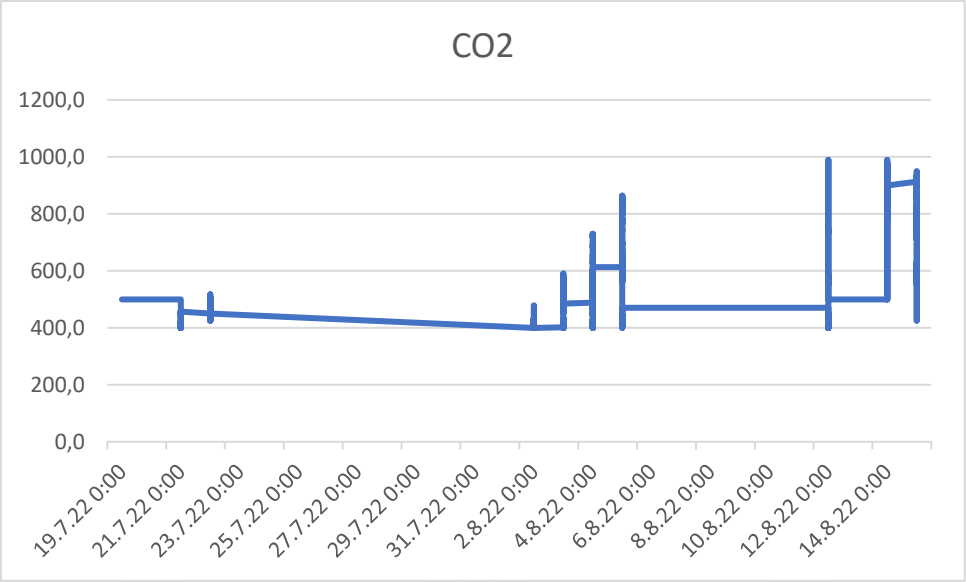


Görsel 9. Bir Günlük Nem Değişimi

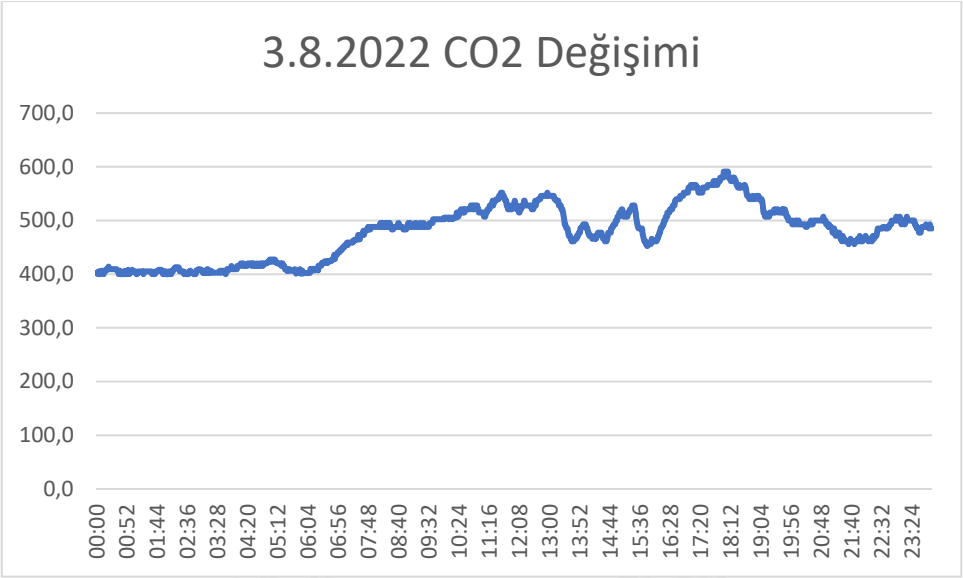
Bu çalışmada CO2 ölçümleri için sayısal veri alınabilen ve çevre birimlerle veri iletişimi için I2C haberleşme protokolü kullanılan CCS811 CO2 sensörü kullanılmıştır.

Sistemde sıcaklık ve nem kontrolü yapılırken ortamın CO2 içeriğinin yine bu bir aylık süre boyunca değiştiği gözlemlenmiştir. Ortamın kapalı kalmasına ve bir fan ile sağlanan zorlamalı konveksiyona bağlı olarak, her ne kadar havalandırma etkinliği azaltıldığında daha yüksek CO2 varlığı olsa da, yaklaşık olarak ortalama 500 ppm, 400 ppm civarında salınımlar oluştuğu gözlemlenmiştir. CO2 üretimine katkıda bulunan mantar gelişimi olması durumunda, kontrol sistemi ile sürücüler aktif edilerek havalandırma sağlanabileceği görülmektedir (Görsel 10). Günlük olarak daha detaylı değişimler Görsel 11' de verilmiştir.

Sıcaklık ve nem ölçümüne benzer şekilde, grafiklerde çeşitli zamanlarda oluşan büyük ve nispeten ani sayılabilecek değişimler, sistemin çalışmadığı veya ağ bağlantısının durumlarda oluşan en küçük ve en büyük doyum değerlerine aittir.



Görsel 10. Elde edilen CO2 verileri



Görsel 11. Bir günlük CO2 değişimi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada kültür mantarı üretimi için konvansiyonel yöntemlerden farklı olarak, bir hassas tarım uygulaması olarak mobil cihazlar ile ağ üzerinden izlenebilen ve kontrol edilebilen bir otomasyon sistemi önerilmiştir. Sistemin performansını test edebilmek için dış ve üretim ortamı sıcaklığı, karbondioksit ve nem içeriği yaklaşık olarak bir aylık süre için, bu süre boyunca birbirini takip eden zaman aralıklarında çeşitli ayar değerleri girilerek, bu ayar değerlerine göre ilgili sürücülerin kontrolü sağlanarak izlenmiştir. Sistemde sıcaklık, nem ve CO2 ölçümleri gün boyunca sürekli yapılmış ve dakikada bir veri gönderilerek günlük 1440 adet veri iletişimi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen sistemde kontrollü ortamda genel olarak nispeten 27,5 ºC – 32 ºC gibi yüksek ortam sıcaklıklarında kültür mantarı gelişimi için uygun değerlerin sağlanabildiği düşünülmektedir. Su püskürtme ile partiküllerine ayrılarak aktif yöntemle nemlendirme yapıldığı için, kontrol ortamında ihtiyaç duyulan yüksek nem oranının sağlanabildiği düşünülmektedir. Ortamın nem içeriği sürücüler aktif edilerek kolayca artırılabilmektedir. CO2 üretimine katkıda bulunan kültür mantarı gelişimi olması durumunda, kontrol sisteminde zorlamalı konveksiyonu sağlayan fan sürücüleri aktif edilerek havalandırma sağlanabileceği anlaşılmaktadır.

Bitkilerin sağlıklı gelişimleri ortam koşullarına bağlı ve duyarlı olduğu için, tarım alanındaki birçok uygulama çok fazla zaman ve enerji, hepsinden daha önemlisi insan gücü ve emeği gerektirmektedir. Günümüzde kaynakların gittikçe azalmaya ve yetersiz hale gelmeye başladığı da göz önüne alındığında, hassas tarım yöntemleri kullanılan çalışmalara duyulan ihtiyacın ve

önemin artabileceği ve önümüzdeki süreçte bunların sahada daha fazla uygulanabilir hale gelerek, daha da yaygınlaşabilecekleri düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Öztürk, M., Soylu, M.K., Temel, M., Pezikoğlu, F., MISIR BİLEN, G., Türkiye'nin Dünya Mantar Dış Ticaretindeki Yeri, UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, (1): 102-107, 2019, ISSN: 2667-7571.

[2] Özkul, A.G., *Kültür Mantarı İklimlendirme Tesisatı*, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 611 – 617, İzmir, 1999.

[3] Yalçın, M., Güven, S., Türkiye'de Pleurotus Ostreatus Üreticilerinin Karşılaştığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri**,** Mantar Dergisi, 10(3): 214 - 224, 2019. Doi:10.30708.mantar.637110

[4] Eren, E., Pekşen, A., *Türkiye'de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler*, XI. Türkiye Yemeklik Mantar Kongresi, 225-233, Samsun, 2019.

[5] Akkuş, S., Nesnelerin İnterneti Teknolojisinde Güvenli Veri İletişimi- Programlanabilir Fiziksel Platformlar Arasında WEP Algoritması ile Kriptolu Veri Haberleşmesi Uygulaması, Marmara Fen Bilimleri Dergisi, (3): 100-111, (2016), DOI: 10.7240/mufbed.73633.

[6] Arslan, K., Kırbaş, M., Nesnelerin İnterneti Uygulamaları için Algılayıcı / Eyleyici Kablosuz Düğüm İlkörneği, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1: 35-43, 2016.

[7] Oral O., Çakır M. Nesnelerin İnterneti Kavrami ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı Cilt: 8 Özel sayı: 172-177, 2017, ISSN: 1309-2243.

[8] https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide (Erişim tarihi: 27.08.2022)

[9] Ağaoğlu, S., Güler, M., *Yenilebilir Mantar Yetiştiriciliği,* OGM Yayınları, Ankara, 1989.

[10] Atzori, L., Iera, A., Morabito, G., The internet of things: Survey. Computer Networks, 54(15), 2787-2805. 2010.

[11] https://www.firebase.com (Erişim tarihi: 27.08.2022)

[12] Burunkaya, M., Hassas Tarım Uygulamaları İçin Yeni Nesil Damla Sulama Sistemi Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi, Journal of Polytechnic, 22 (3): 785-792, 2019. ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 DOI: 10.2339/politeknik.450792.

[13] Burunkaya, M., Duraklar K., Design and Implementation of an IoT-Based Smart Classroom Incubator, Applied Sciences, 12(4):2233, 2022. DOI: 10.3390/app12042233.

[14] Burunkaya, M., Design and Construction of a Low Cost dsPIC Controller Based Repetitive Transcranial Magnetic Stimulator (rTMS), J. Med. Syst., Springer Science+Business Media, 34:15-24, 2010.

UÇUŞ SİMÜLATÖRÜ HAREKET SİSTEMLERİ İÇİN FPGA TABANLI DÜŞÜK GÜRÜLTÜLÜ GERÇEK ZAMANLI VERİ TOPLAMA SİSTEMİ

Müh. Sezgin CEYLAN [1], Prof. Dr. Mustafa BURUNKAYA [2]

[1] Gazi Üniversitesi, 0000-0002-5798-7016

[2] Gazi Üniversitesi, 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Atalet Ölçüm Birimi (IMU: Inertial Measurement Unit) tipik olarak açısal hızı ve belirli bir kuvveti ölçmek için kullanılan bir elektronik cihazdır. Jiroskop sensörü, ivme sensörü ve açı sensörü kombinasyonundan oluşur. İvme ölçer, atalet ivmesini veya zaman içindeki hız değişimini ölçmekten sorumlu birincil sensördür. Jiroskop, bir nesnenin açısal hızını bir atalet referans çerçevesine göre ölçen bir atalet sensörüdür. Bu çalışmada FPGA tabanlı Ataletsel Ölçüm Birimi (IMU) için yeni bir donanım tasarımı ve veri toplama sisteminin gerçekleştirilmesi sunulmaktadır. FPGA' nın küçük boyutlu olması, düşük güç tüketimine sahip olması ve programlanabilir yapıda olması tasarlanan sistem için önemli anahtar faktörlerdir. Gerçekleştirilen sistemde DE2 altera FPGA kartı IMU sensörlerinden okunan ivme ölçerin verilerini SPI protokolü ile paralel olarak ve yüksek hızlı bir şekilde almayı başarmıştır. FPGA kartında SPI modülü ve kalman filtresini uygulayabilmek için çarpma modülü, bölme modülü ve kaydedici modülü olmak üzere 3 alt modül tasarlanmıştır. Tasarlanan alt modüller için VHDL programlama dili kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışma, gyro ve ivme ölçer verilerinin aynı anda alınması sırasında yaşanan senkronizasyon problemlerini çözmüş ve sistem için sensor verisi okunurken yaşanan gürültüyü kalman filtre kullanarak engellemiştir. Sekiz bin örnekleme yapılarak sensörden alınan açısal hız için kalman filtre kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar için grafikler çizdirilmiştir. FPGA kartı literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan 80C196KC ve ADDUC812 kartları ile karşılaştırıldığında daha küçük boyutlu olması, yüksek hızda ve senkron çalışma özelliklerinin olması sağlanan önemli bazı avantajlardır. 80C196KC, ADDUC812 ve DE2 kartları ile alınan gyro sensör verileri grafik olarak çizdirilmiştir. Ayrıca gyro sensörden alınan verilere göre ortalama hatalar hesaplanıp grafik olarak çizdirilmiştir. Hatalar hesaplanırken MSE (Mean Square Error) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmaya görüntü işleme algoritması dahil edilmesi durumunda ihtiyaç duyulacak güç tablolarda belirtilmiş ve görüntü işleme için kullanılabilecek ekran kartları ile kıyaslanmıştır. Alınan sonuçlar, kurulan FPGA tabanlı devrenin uçuş simülatör sistemlerinin ihtiyaçlarını karşılayabildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Uçuş Simülatör Sistemi, Veri Toplama, SPI, FPGA, IMU, Atalet Ölçüm Birimi, Kalman Filtre.

1. GİRİŞ

Simülatör sistemlerinde FPGA IMU' dan aldığı bilgiler neticesinde, sürekli olarak taşıyıcının konumu, hızı ve tutumu hakkında gerçek zamanlı bilgiler sağlayabilir. IMU sensörler havacılıkta uzaktan algılama, gemilerin deformasyon ölçümleri ve diğer birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Verilerin kararlılığı, kesinliği, güvenilirliği ve senkronizasyonu, IMU uygulamaları için kritik önem taşır.

Simülatör hareket sistemlerinde IMU veri toplama sistemi için kullanılan mikroişlemci veya diğer sayısal tabanlı olabilen veri işleme kartları tüm sistemin performansını iyileştirmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Literatürde birçok farklı kart ile yapılan çalışmalar mevcuttur. Literatürde verilen bir çalışmada, kontrol çipi olarak programlanabilir bir zamanlayıcı/sayıcı olan Intel82C54 kullanılmıştır [2]. Bu çalışmada sistem basit ve programlanabilir olma ve veri işleme yeteneklerinden yoksundur. Diğer bazı çalışmalarda, yüksek performanslı tek çipli 80C196KC [3] ve tek çipli ADDUC812 [4] kullanılmıştır. Diğer bazı çalışmalarda ise endüstriyel bir bilgisayar IPC PC-104 [5] ve kontrol çipi olarak DSP1812 [6] kullanmıştır. Bu çalışmalarda işlem hızı ve güvenilirlik yüksek olmasına rağmen, diğer çiplerle veri alışverişi yapıldığı için çok zaman harcaması gerekmektedir. Bu sebeplerle bu çalışmalarda bu şekilde veriler paralel olarak alınıp CDU' ya iletilemez. Bir diğer çalışmada paralel çok kanallı veri toplamayı gerçekleştirmek için FPGA ve verileri işlemek için DSP kullanımı yöntemi sunulmuştur [7]. Ancak elektronik teknolojisinin gelişmesiyle birlikte FPGA' nın da veri işleme yetenekleri sınırlı kalmaktadır.

Bu çalışmada Altera DE0 kartı kullanıldığından ayrıca DSP kartı kullanımına ihtiyaç kalmamıştır. IMU veri toplama sisteminin algoritma ve yazılım tasarımı ve gerçeklemesi için bu çalışmada veri kontrol çipi olarak sadece bir FPGA kullanılmaktadır. Sensor verisi okunurken oluşan gürültü Kalman filtre kullanarak engellenmiştir. Kalman filtresi uygulaması yaygın olarak bulunabilen ve uygun maliyetli bir IMU sensörü üzerinde gerçekleştirilmiştir. Lineer ve jiroskopik ivme değerlerini ölçen bu sensör, sayısal kalman filtreleme algoritmasını uygulayan bir FPGA'e bağımlı olarak çalışmaktadır.

Bu çalışmada 2. Bölümde yapılan uygulama çalışması ve simülasyonlar, 3. Bölümde Performans testleri ve en son 4. Bölümde ise Sonuç ve Öneriler verilmiştir.

2. TASARIM VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Genel Tasarım

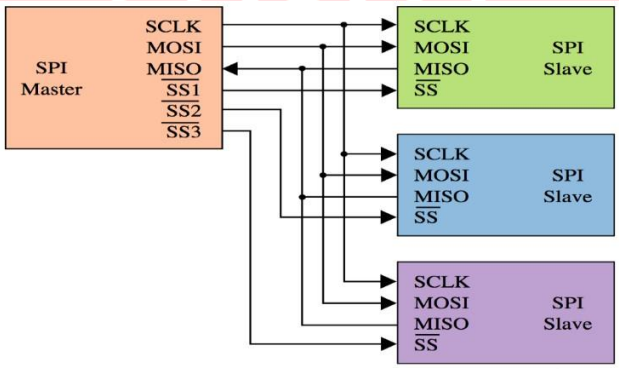
Hareket verisi toplama sisteminin Gyro'lardan ve üç eksenli ivmeölçerlerden veri almayı başarması gerekir. Verileri işledikten sonra sistem, verileri periyodik olarak ana bilgisayara

(Simülator CDU) iletir. Gyro verileri, sorgulama modunda SPI iletişim protokolü ile iletilir. Ayrıca ivmeölçerlerden gelen kuvvet bilgisini sunan akım sinyali öncelikle I/F dönüştürücü tarafından dönüştürülür. Ardından, kuvvetin boyutunu ve yönünü gösteren iki sinyal (F+ ve F-) verilir. Son olarak, sistem verileri işler ve SPI iletişim protokolü ile 10ms'lik bir sürede çıktısını verir.

Veri toplama sisteminin gereksinimlerini karşılayabilmek için bu çalışmada sistemin hem donanım hem de yazılım tasarımı dikkatlice tasarlanmıştır. Donanım devresi için seçilen çipin boyutu, güç tüketimi ve güvenilirliği dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Yukarıdaki kritere göre bu çalışmada ana kontrol çipi olarak Altera DE0 ailesine ait FPGA' i seçilmiş ve programlama dili olarak güvenilir ve bakımı kolay, kütüphanesi geniş olan VHDL kullanılmıştır. IMU sensörlerinin dezavantajı, doğal olarak gürültülü olmalarıdır [8]. Bu sebeple gürültünün giderilmesi için kalman filtresi kullanılmıştır. Kalman filtresi, karesel hatanın ortalamasını (MSE) minimum yapacak şekilde bir sürecin durumunu verimli bir şekilde tahmin ettiği için seçilmiştir.

2.2. Donanım Tasarımı

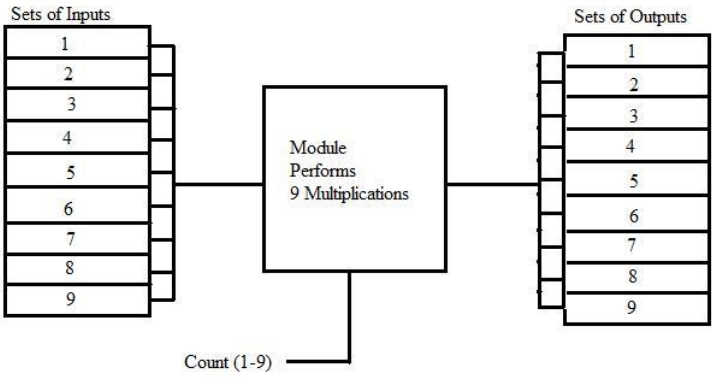
Bu sistemde, FPGA kartı ile IMU sensörü arasında SPI iletişim protokolü üzerinden iletişim sağlanacak şekilde tasarım yapılmıştır (Görsel 1). SPI protokolünde FPGA kartı master, IMU sensörleri ise slave olarak belirlenmiştir. Sistem bloğu Görsel 1' de gösterilmiştir.



Görsel 2. FPGA SPI-SLAVE

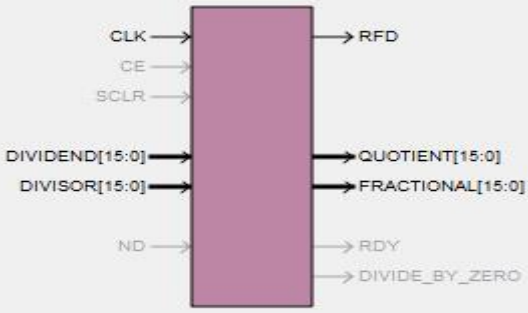
FPGA'de kalman filtreyi uygulayabilmek için ek olarak 3 alt modül tasarlanmıştır: Matris Çarpma Modülü Görsel 2' de, Bölme Modülü Görsel 3' de, Kaydedici Modülü ise Görsel 4' de verilmiştir.

Görsel 2' de yer alan çarpma modülü 1x3 matris (binary sensör verileri) ve 3x3 matris arasındaki 9 çarpma işleminin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.



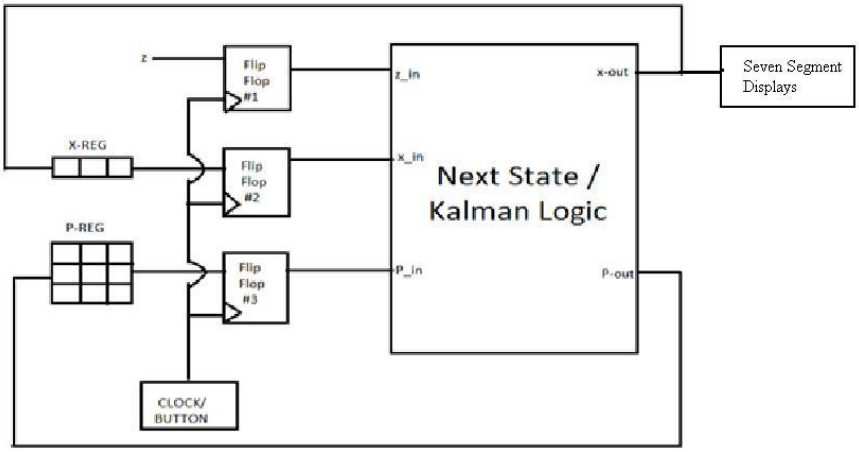
Görsel 3. Matris Çarpma Modülü

İşlemci yükü açısından bölme işlemi çok fazla VHDL kodu gerektirdiği ve çok fazla kaynak kullandığı için zor bir iştir. VHDL tasarımının yazıldığı Altera Core Designer kullanılarak üretildi. Çekirdek üreteci bir dizi farklı işlev oluşturabilir ve verimli miktarda kaynak kullanır Görsel 3' de yer alan bölme modülü oluşturulduktan sonra kalman filtreyi tasarımımıza dahil ettik.



Görsel 4. Bölme Modülü

Tasarım, mevcut hesaplamalarda önceki değerleri kullandığından önceki değerlerin kaydedicilerde saklanması gerekmektedir. Bu nedenle sensör verilerinin sayısal olarak kaydedicilerde tutulması tasarım için önemlidir. Ayrıca bu kaydedicilerdeki değerlerin de girdi ile birlikte tasarıma yüklenmesi gerekmektedir. Bu sebeplerle bu işlemi yapan tasarım Görsel 4' te yer almaktadır.



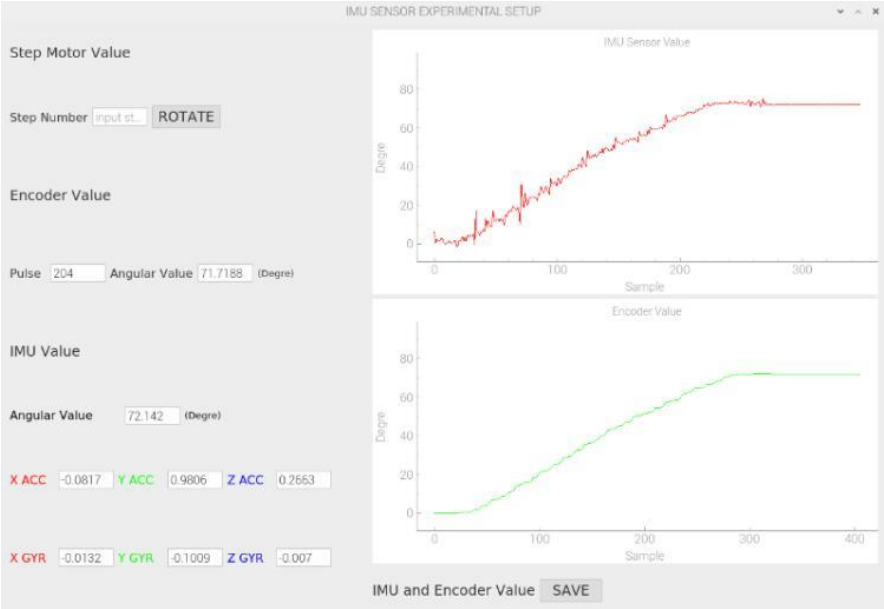
Görsel 5. Kaydedici Modülü

2.3. Yazılım Tasarımı

Veri toplama sisteminin yazılımı, statik zaman analizi ile gecikme süresini koruyarak hem gyro'lardan hem de ivmeölçerlerden gelen verilerin toplanması ve iletilmesinin sorgulanması dahil olmak üzere çeşitli görevleri yerine getirmelidir.

Kart içeriğinde VHDL kodlama dili kullanılarak SPI slave ve SPI master için 2 adet modül kodlanmıştır. Protokol kuralları çerçevesinde seri haberleşme sağlanmıştır [9].

Testler için Grafiksel bir arayüz oluşturulmuştur. Bu arayüz deneyi kontrol eder, verileri okur ve kaydeder, x, y, z eksenlerinde g kuvveti cinsinden ivme değerlerini ve üç eksende okunan jiroskopik değerleri derece/saniye cinsinden görüntüler. Bu veriler her 10 ms'de bir güncellenir. Deney düzeneğine x ekseninde monte edilen IMU sensörünün açısal değişim değerleri step motorun açısal hareketine bağlıdır ve ivme ve jiroskopik verilerin Kalman filtresinden geçirilmesiyle belirlenir. Aynı zamanda enkoderden açısal değişim değerleri belirlenir. Bu değerler, Görsel 5' te gösterildiği gibi arayüzde gerçek zamanlı olarak çizilir ve kaydedilir. Görsel 5' te görüldüğü gibi üstte yer alan yeşil kırmızı renkli çizdirilmiş sensör verileri gürültülü bir şekilde alınmaktadır. Referans aldığımız encoder verileri ise Görsel 5' te yeşil renk ile çizdirilmiştir. Encoder ile karşılaştırıldığında hatalar görülmektedir. Hatalar sensör gürültüsünden kaynaklanan ölçüm hatalarıdır. Eğer ivmeölçer ve jiroskop her biri tek başlarına kullanılırlarsa belirli bir sürenin sonunda kayma yaparlar. Görsel 5' te kırmızı renkli grafikte örneğin anlık kaymalar yer almaktadır. Bu nedenle hassas ölçümlerde Kalman Filtre gibi çeşitli filtreleme teknikleri kullanılmalıdır.



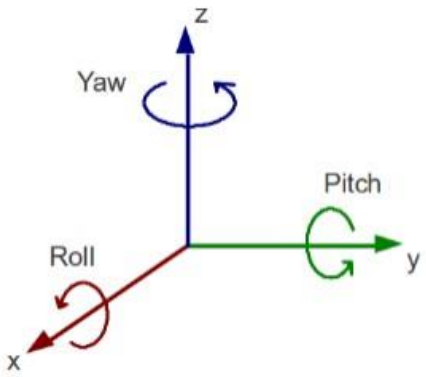
Görsel 6. Deney Kurulumu Kullanıcı Arayüzü

2.4. Performans Testleri

Deneyde, 0,1°/h'lik tipik boş kaymaya sahip gyro'lardan ve statik durumdaki tipik 10-6 g boş sapmaya sahip ivme ölçerlerden ilgili veriler elde edilmektedir. Gyro verileri 250 Hz frekansta ve 1 derecenin 65,5'e karşılık gelecek şekilde alınmaktadır. Pitch (θ) ve roll (ϕ) açıları için ham verinin elde edilmesi için kullanılan Denklem1 ve Denklem 2 aşağıda yer almaktadır.

$$\theta_{gyro-raw} = \frac{gyro\ reading_x}{250 * 65{,}5} \quad Denklem1$$

$$\emptyset_{gyro-raw} = \frac{gyro\ reading_x}{250 * 65{,}5} \quad Denlem\ 2$$



Görsel 7. Açıların İsimlendirilmesi

x, y, z koordinatları ve Yaw, Pitch, Roll açıları arasındaki ilişki Görsel 6'da verilmiştir.

Beklenen ivme değerlerinin hesaplanması Denklem1, 2 ve 3'e göre yapılmaktadır:

$$\theta_{accelaration} = \frac{ay}{\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}} \quad Denklem3$$

$$\theta_{accelaration} = \frac{ay}{\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}} \quad Denklem4$$

$$\theta_{accelaration} = \frac{az}{\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}} \quad Denklem5$$

Donanımın ölçümleri ve Referans Sensör İvme değerleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Ölçülen İvme Değerleri

Beklenen ivme değeri (g)			FPGA ile ölçülen ivme değeri		
x	y	z	x	y	z
-1.000	-0.007	0.000	-0.991	0.014	-0.013
1.000	0.007	0.000	1.008	0.043	0.003
0.000	-1.000	-0.007	0.015	1.020	-0.020
0.000	1.000	0.007	0.013	-0.978	0.012
-0.007	0.000	-1.000	0.005	0.037	-1.004
0.007	0.000	1.000	0.038	0.037	0.990
-1.000	-9.096	0.000	-1.007	-9.095	0.135
1.000	10.172	0.000	0.988	10.174	0.118
0.000	1.000	-9.517	-0.071	1.004	-9.483
0.000	-1.000	9.840	-0.061	-0.998	9.866
-9.371	0.000	-1.000	-9.358	-0.196	-1.040
9.921	0.000	1.000	9.927	-0.191	0.957

MSE (Mean Square Error) yöntemi ile ivme verilerindeki beklenen ve ölçülen değerler arasındaki fark baz alınarak hatalar hesaplanmıştır:

yi=beklenen ivme değeri $\hat{y}i$= FPGA'den okunan ivme değeri

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2 \quad Denklem6$$

MSE(X ekseni) = 0.017

MSE(Y ekseni)=0,015

MSE(Z ekseni) =0,020

x ekseninde dönme açısı belirlenirken eksenlerden okunan ivme değerleri ve x ekseninde okunan gyro verileri kalman filtresi ile kaynaştırılarak elde edilmiştir. Kalman filtresi, bir sistemin giriş ve çıkış verilerinden sistemin sonraki durumunu tahmin ederek sistem durum güncelleme ve ölçüm hatalarını en aza indirir. Amaç MSE (Mean Square Error)'yi en aza indirmektir. Kalman filtre basitçe 3 aşamadan oluşur:

1. KG(Kalman Gain): kazancın hesaplanması

$$\mathrm{KG} = \frac{E_{EST}}{E_{EST} + E_{MEA}} \quad Denklem3$$

$EEST$: estimation error

$EMEA$: measurement error

2. $ESTt$ (Current Estimate): mevcut hatanın hesaplanması:

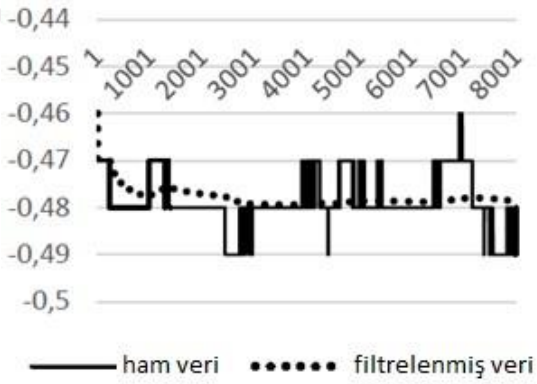
$EST_t = EST_{t-1} + KG[MEA - EST_{t-1}]$ Denklem4

$ESTt$ and $ESTt{-}1$ mevcut ve geçmiş tahminler.

3. Tahmin edilen hatanın güncellenmesi:

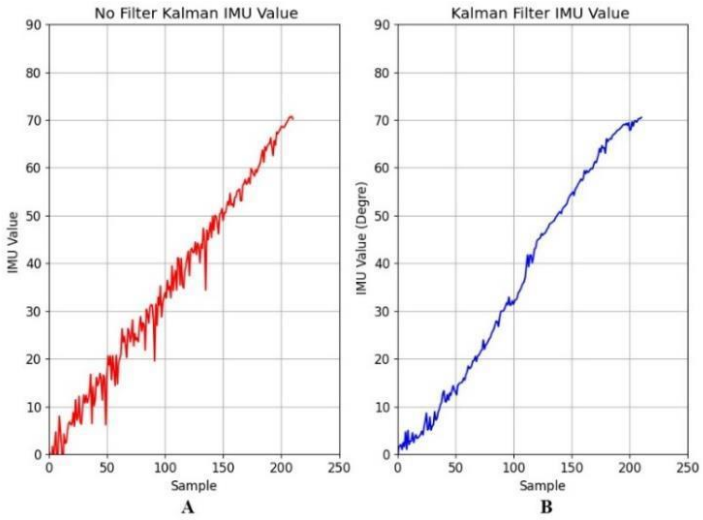
$$E_{EST_t} = [1 - KG]E_{EST_{t-1}} \; Denklem5$$

Bu üç adım sürekli tekrar eder. 8000 örnek ile alınan filtrelenmemiş ve filtrelenmiş pitch angle (yunuslama) sonuçları Görsel 7' de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar kalman filtre kullanılarak gürültünün azaltıldığını göstermektedir.



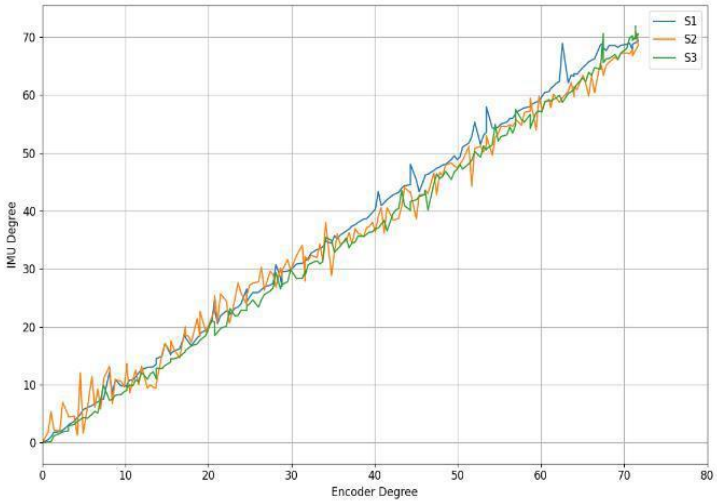
Görsel 8. Filtrelenmemiş ve Filtrelenmiş Pitch Angle (Yunuslama) Sonuçları

Görsel 8, ham veriyi ve kalman filtrelenmiş IMU verisini göstermektedir.

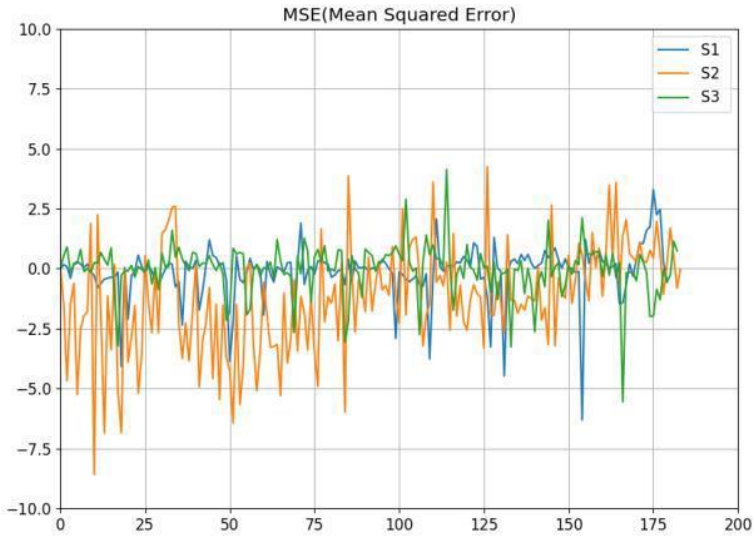


Görsel 9. Yaw (Baş Açısı) için IMU Data. A) İşlenmemiş Data B) Kalman Filtresi ile İşlenmiş Data

Sensörlerden alınan açı bilgilerinin doğruluğunu test etmek için Encoder verileri referans alınmış ve MSE yöntemi kullanılarak FPGA ve 2 farklı donanımın sensör verilerinin doğrulukları karşılaştırılmıştır. FPGA, 80C196KC, ADDUC812 donanımlarından alınan baş açısı değerleri Görsel 9' da verilmiştir. Sensör verilerinden oluşan hatalar Görsel 10' da gösterilmektedir. Görsel 10' da yer alan ortalama hatalarda FPGA' in ortalama MSE değerinin diğer donanımlar ile karşılaştırıldığında hata seviyesinin daha düşük ve arzu edilen seviyelerde olduğu görülmektedir.



Görsel 10. S1:FPGA, S2: 80C196KC, S3: ADDUC812 Donanımları ile Sensörden Alınan ve Encoder'den Alınan Baş Açısı Değerleri



Görsel 11. S1:FPGA, S2: 80C196KC, S3: ADDUC812 Farklı Donanımlardan Alınan Açı Değerleri için Hata Değerleri

Sensörden alınan ivme verileri FPGA üzerinde çeşitli hesaplamalara tabi tutulmuştur. Bu hesaplama sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir. Hata payı literatürde kullanılan diğer mikroişlemci cihazlarla karşılaştırıldığında, başarılı bir sonuç vermektedir [2], [3], [4], [5]. İşlem hızı ise simülatörün güvenli bir şekilde çalışmasını sağlayacak düzeydedir.
Bu verilerin ve sonuçların yorumuna göre sistem, öngörülen hedefleri gerçekleştirdiği ve IMU veri toplama sisteminin ihtiyaçlarını karşıladığı görülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan FPGA kartının güç tüketimi 2.5 Watt olarak hesaplanmıştır. Sisteme görüntü işleme algoritmaları dahil edilmek istenildiğinde bu algoritmaların GPU üzerinde ve FPGA üzerinde çalışmasının güç ve diğer maliyetlerinin karşılaştırması Çizelge 2' de verilmiştir. GPU verileri veri sayfaları kullanılarak elde edilmiştir.

Çizelge 2. Güç Tüketimleri

FPGA Güç Tüketimi			GPU Güç Tüketimi Stres Test		
Zynq SoC Z-7020 Z	Artix-7 200T	Altera DE2	Nvidia GeForce GTX 980 Ti	Sapphire Radeon R9 Fury X	RTX 3080
2.5 W	20W	2.5W	363 W	358W	450W

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Performans testlerinde Görsel 10' da gösterilen kümülatif hatalar, Görsel 8' de görüldüğü gibi azaltılmış ve istenilen seviyeye getirilmiştir. Ayrıca Görsel 7' de yer alan pitch angle (yunuslama açısı) için 8000 örnek ile yapılan filtreleme sonuçları gürültüyü azaltmış ve kalman filtre kullanımının önemini ve gerekliliğini göstermiştir. FPGA kartının yetenekleri sayesinde gerçek zamanlı ve yüksek hızlı bir veri alışverişi sağlanmıştır. Bu yöntem, gürültü ve ölçüm hatalarını mümkün olduğunca ortadan kaldırmıştır. Daha iyi sonuçlar elde etmek için benzer birçok uygulamada uygulanabilir. Ayrıca, bu çalışmada tasarlanan FPGA-IMU tabanlı sistem, geleneksel olanlardan daha küçük boyuta, daha düşük güç tüketimine ve daha yüksek veri güvenilirliğine sahiptir. Sistemin statik testleri, ikna edilen fonksiyonları doğru bir şekilde yerine getirdiğini göstermektedir. Çizelge 1'de bahsedilen son değerlerden yola çıkılarak ortalama hatalar MSE formülüne göre hesaplanmış ve kabul edilebilir düzeydedir. Çizelge 2' de de görüldüğü gibi 2.5 Watt güç tüketimi ile FPGA güç verimliliğini sağlamıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Simülatör Hareket Sisteminde IMU ile alınan verilerin ölçümleri FPGA tabanlı kart ile gerçekleştirilmiş ve anlık ve kümülatif hataların etkileri kalman filtresi kullanılarak ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca bu çalışma gelecekte gerçek zamanlı görüntü işleme algoritmaları ile desteklenerek geliştirilebilir. Elde edilen sonuçlara göre FPGA'nın yeteneklerinin bu amaçlar için uygun olduğu düşünülmektedir. Tasarlanan kalman filtresi de görüntü işleme algoritmalarına uyarlanabilir.

KAYNAKÇA

[1] Rui, Z., A Design of Data Acquisition, Journal Navigation, June, 2007 (In Chinese)

[2] Guoxing, H., *Theory And Application Of Inertial Navigation System*, McGraw-Hill Inc, Taibei 1980. (In Chinese)

[3] Weizhong, Q., Dejun, W., and Chengjia, L., Design and Realization of Data Acquisition System Based on High Performance Microcomputer, Journal of Data Acquisition & Processing, vol. 15, no. 2, pp. 248-251, June, 2000. (In Chinese)

[4] Shihong, D., Yan, C., The design of a silicon Micro Gyroscope Data Acquisition Circuit, Manufacturing Automation, vol. 26, November, 2004. (In Chinese)

[5] Fengju, L., *A Research on Data Acquisition and Processing Technology of Strapdown Inertial Navigation System*, Master Dissertation of Harbin Engineering University, pp. 47-48, China, 2006. (In Chinese).

[6] Shuqin, L., *A Conversion of Sensor Data Acquisition and Processing Technology Based on the DSP2812AD*, Master Dissertation of Dalian Maritime University, pp.4-12, China, 2009. (In Chinese).

[7] Xuyou, L., Hui, L., Jibin, Z., Research on the Fiber Optic Gyroscope Strapdown Inertial Navigation Data Collection System, Journal of Projectiles; Rockets; Missiles and Guidance, vol. 25, no. 3, pp. 12-15, Mar. 2005. (In Chinese).

[8] Oğuz, A.E., Aydemir, M.E., A Practical Implementation of a Low-Cost 6-DOF IMU by Kalman Algorithm, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, December, 2021.

[9] Yun, T., Wen, X., *The Development of Practical Tutorial of Xilinx* FPGA, , Tsinghua University Press/Beijing pp. 25-16, 180-181, 2008. (In Chinese).

BİR MAKİNE İŞLETMESİNDE ERGONOMİK RİSK ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK PROSES İYİLEŞTİRME

EKİN BERFİN BIYIK[1], CÜNEYT TEKİN[2], TÜLAY KORKUSUZ POLAT[3]
[1] Sakarya Üniversitesi, Orcid: 0000-0001-9342-0642
[2] Sakarya Üniversitesi, Orcid: 0000-0002-0883-4435
[3] Sakarya Üniversitesi, Orcid: 0000-0001-6693-7873

ÖZET
Üretim süreçlerinde ağırlıklı olarak insan gücü kullanılan, tam otomasyona geçmemiş işletmelerde, duruş bozuklukları ve yanlış hareketlerden kaynaklanan meslek hastalıkları ve iş kazaları meydana gelebilmektedir. İşletme süreçlerinden meydana gelen meslek hastalıkları ve iş kazaları, hemen olmasa bile uzun vadede işletmeye ve çalışanlara büyük ölçüde zararlar verebilmektedir. Meslek hastalıklarına yakalanan personelin çalışma performansı düşmekte ve dolayısıyla işgücü yoğun olarak çalışan işletmelerde üretim verimliliği ve üretim kalitesi de azalabilmektedir. Meslek hastalıklarının ve iş kazalarının oluşmadan önlenmesine yönelik olarak risk analizi yapmak için çeşitli ergonomik risk analizi yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Ergonomik risk analizi yöntemleri ile analiz edilen personel duruş ve hareketlerinden mesleki hastalıklara sebep olma ihtimali fazla olan çalışma duruşları ve hareketlerinde iyileştirme yapılarak mesleki hastalıkların oluşmasını en aza indirmek amaçlamaktadır. Meslek hastalıklarının ve iş kazalarının en aza indirilmesi için makine imalatı yapan bir işletmede yapılan bu çalışmada, üretim sürecindeki kriterlerin uygun olması sebebiyle risk analiz yöntemlerinden Owas Analiz Metodu tercih edilmiştir. Sakarya'da faaliyet gösteren işletmede tesviye süreci, çalışan personel tarafından iş gücüyle yapılmaktadır. Tesviye sürecinde çalışan personelin çalışma esnasında ergonomik duruş bozukluklarına maruz kalması, personelin zamanla meslek hastalığına yakalanma ve/veya iş kazalarına uğrama olasılığını artırmaktadır. Meslek hastalığına yakalanan personelin verimi düşmekte, bu durum işletmeyi maddi ve manevi olarak zarara uğratmaktadır. Bu çalışmada bu problemin çözümü için bir uygulama yapılacaktır. Çalışmada, Owas metodu kullanılarak prosesin risk kategorisi belirlenmiş olup bu risk kategorisine göre iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Owas, Ergonomi, Risk Analiz Yöntemleri, Meslek Hastalıkları, İyileştirme.

1. GİRİŞ
Çalışma yaşamı ile bireylerin sağlık durumu arasındaki ilişki yıllar boyunca endüstri iş kollarında çalışan bireylerin ergonomik problemleri olarak ele alınmıştır. Her iş kolunun ve her sektörün, çalışanlarının maruz kalabildiği bazı ergonomik riskler vardır. Ergonomi, insan ve makine arasındaki etkileşim olarak tanımlanabilir (Kaygın ve Demir, 2017). Endüstride yaygın olarak yararlanılan iş gücü gerektiren çalışmalarda iş kazaları ve meslek hastalıklarını arttıran en önemli etken, ergonomik risklerden kaynaklanan çalışma sırasında işgücündeki duruşlardır. Uygun olmayan işgücü duruşlarının iş dünyasında önemli olmasının sebebi; kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına sebep olması ve bu rahatsızlıkların işletmenin verimliliğine, kalitesine ve maliyetine olan negatif etkileridir. Ergonomik tehlikelere maruz kalmanın sonucunda ortaya çıkan sorunlar birçok meslek hastalıklarına ve kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilmektedir (Aksüt ve ark., 2020).

Endüstride işyerlerindeki çalışma duruşlarının değerlendirilmesi gözlem yoluyla uygun şekilde yapılmaktadır. Bu amaçla geliştirilen gözleme dayalı birçok teknik bulunmaktadır. Bu tekniklerden bazıları Rula, Reba, Owas, Qec, Niosh vb yöntemlerdir (Acar ve ark., 2019). Bu

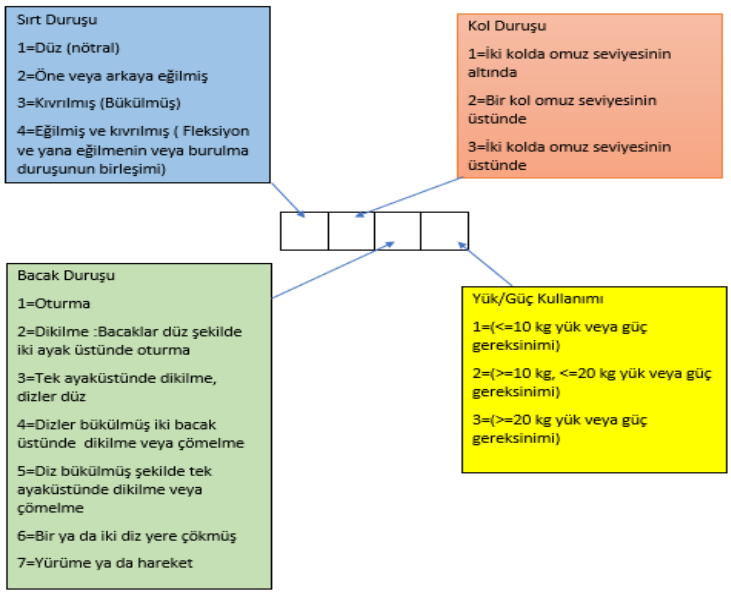
yöntemler arasında kullanım açısından en kullanışlı ve sıklıkla tercih edilenlerden biri de Owas (Ovako Working Posture Analysing System) yöntemidir. Yöntem, çalışanın kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve sistemin neden olduğu olumsuz duruşları belirlemekte kullanılan gözleme dayalı bir çalışma duruşu analiz yöntemidir. Literatürde Owas yöntemi ile yapılan çalışmalar mevcuttur. Ülker ve Burdurlu (2012) küçük ölçekli bir mobilya imalatçısında duruşların kategorilendirilmesi için Owas yöntemi ile bir çalışma yapmışlardır. Yamankaradeniz ve ark. (2020) çalışmalarında likid petrol gazı dolum istasyonlarındaki çalışanların uygun olmayan duruşlarını ve kas-iskelet sistemlerindeki yüklenmeleri Owas yöntemi ile analiz etmişlerdir. Özcan ve Yeğin (2020) çalışmalarında lastik sektöründe imalat yapan bir işletmenin yükleme ve boşaltma işçilerinin fiziksel ve zihinsel iş yükü ölçümünü yapmak için Owas ve Nasa-TLX yöntemlerini kullanmışlardır. Akay ve ark. (2003) oto servis istasyonunda işgücündeki istenmeyen duruşların analizi için Owas yöntemini uygulamışlardır.

Bu çalışmada Sakarya'da faaliyet gösteren bir imalat işletmesinde gerçekleştirilen tesviye süreci esnasında işçi hareketlerindeki ergonomik risklerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Tesviye süreci el emeği yoğun bir süreçtir. Tesviye sürecinde çalışan personelin çalışma esnasında ergonomik duruş bozukluklarına maruz kalması, personelin zamanla meslek hastalığına yakalanma veya kısa vadede iş kazalarına uğrama olasılığını artırmaktadır. Bu çalışmada bu problemin çözümü için Owas yöntemi ile analiz yapılarak iyileştirme önerileri sunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Owas yöntemi, işgücü duruşlarının neden olduğu olumsuzlukların belirlenmesi, ilgili sebepler için düzeltici önlemlerin belirlenmesi ve iyileştirme yapılması için kullanılan bir yöntemdir (Zengin ve Asal, 2020). Çalışma duruşlarının örneklenmesine dayanan yöntem 1970'lerde Finlandiya'daki bir çelik üretim işletmesinde geliştirilmiştir (Yürek ve Ersöz Kaya, 2019).

Owas yönteminin çalışma prensibi şu şekildedir (Alıcı ve ark., 2017; Yomralıoğlu, 2021; Özel ve Çetik, 2010): sırt, kol, bacak ve yüklenme/kuvvet kullanımının gözlenmesi ile her çalışan için 4 kod yardımı ile kayıt tutulmaktadır. Ayrıca tüm duruşlarda geçen zaman ve ilgili duruşun ne kadar sıklıkla tekrarlandığı da değerlendirilmelidir. Değerlendirme sonunda elde edilen puan ile riskler belirlenir ve düzeltme için iyileştirmeler yapılır. Owas yöntemi duruş analizi puanları şekil 1'de gösterilmektedir (Akay ve ark., 2003).



Şekil 1: Owas yöntemi duruş puanları

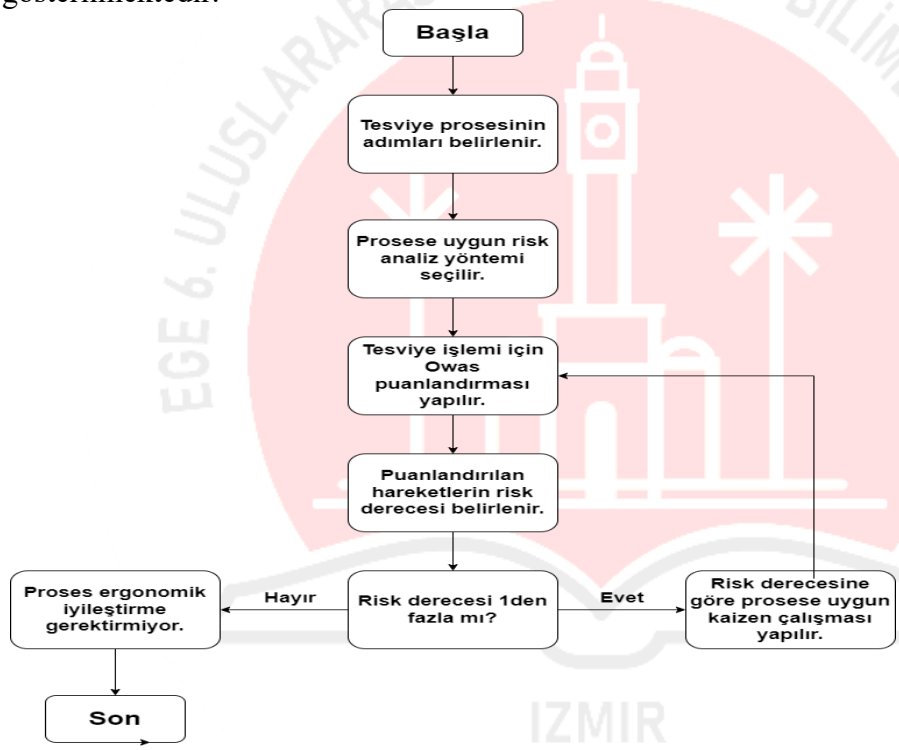
Owas yöntemi tehlike kategorileri tablo 1'de gösterilmektedir (Akay ve ark., 2003; Çiçek ve ark., 2018)

Tablo 1: Owas yöntemi tehlike kategorileri

Kategori	Açıklama
1	Ergonomik düzenleme gerekli değil
2	Ergonomik düzenleme yakın bir zamanda yapılmalıdır
3	Ergonomik düzenleme mümkün oldukça erken yapılmalıdır
4	Ergonomik düzenleme derhal yapılmalıdır

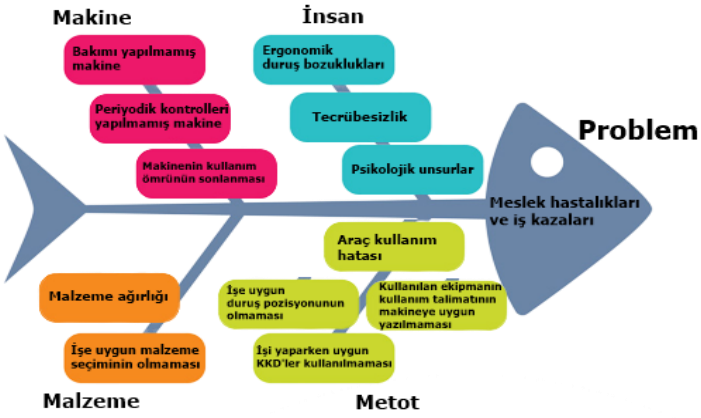
3. UYGULAMA

Ergonomik risk analizi uygulaması Sakarya'da faaliyet gösteren bir imalat işletmesinin tesviye süreci için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada anlatılan uygulamanın adımları şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2: Uygulamanın Akış Şeması

Tesviye sürecindeki ergonomik problemlerin, meslek hastalıklarının ve iş kazalarının tüm sebeplerini ve aralarındaki ilişkiyi net bir şekilde belirlemek amacıyla 4M Analizi yapılmıştır. Analiz şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3: Tesviye Süreci 4M Analizi

Tesviye sürecinde yapılan işleme uygun risk analiz yöntemini belirlemek amacı ile Python programlama dili ile bir risk analiz yöntemi belirleme yazılımı yapılmıştır. Tesviye sürecinin kriterleri göz önünde bulundurularak, yazılım aracılığıyla tesviye sürecine en uygun risk analiz yöntemi: Owas yöntemi olarak belirlenmiştir. Yazılımın ekran görüntüsünden bir alıntı şekil 4'de gösterilmektedir.

```
Risk Analiz Yöntemi Belirleme
Belirtilen kriterlere Evet ya da Hayır diye cevap giriniz:
Prosesinizde sırt önemli bir unsur mu?
Evet
Prosesinizde kollar önemli bir unsur mu?
Evet
Prosesinizde bilekler önemli bir unsur mu?
Hayır
Prosesinizde bacaklar önemli bir unsur mu?
Evet
Prosesinizde boyun önemli bir unsur mu?
Hayır
Prosesinizde kuvvet önemli bir unsur mu?
Evet
Prosesinizde kavrama önemli bir unsur mu?
Hayır
Prosesinizde aktivite önemli bir unsur mu?
Hayır
Prosesinize uygun olan risk analiz yöntemi Owas Metodudur
```

Şekil 4: Risk analiz yöntemi belirleme yazılım uygulaması sonucu

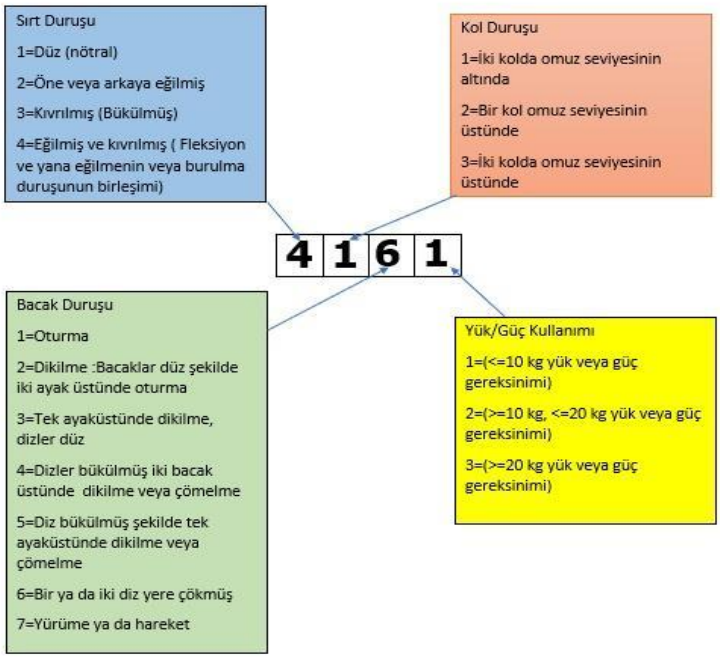
Tesviye süreci için Owas Sırt Duruş Puanlandırmasında: personelin sırt duruşu, eğilmiş ve kıvrılmış olarak gözlemlenmiş olup Owas sırt duruş puanı 4 puan olarak belirlenmiştir.

Tesviye süreci için Owas Kol Duruş Puanlandırmasında: personelin kol duruşu, iki kol da omuz seviyesinin altında olarak gözlemlenmiş olup Owas kol duruş puanı 1 olarak belirlenmiştir.

Tesviye süreci için Owas Bacak Duruş Puanlandırması: personelin bacak duruşu, bir ya da iki diz yere çökmüş olarak gözlemlenmiş olup Owas bacak duruş puanı 6 olarak belirlenmiştir.

Tesviye süreci için Owas Yük Kullanımı Puanlandırması: personelin yük kullanımı,10 kilogramdan az olup Owas yük kullanım puanı 1 olarak belirlenmiştir.

Tesviye süreci için Owas yönteminin toplu puan gösterimi şekil 5'de verilmektedir.



Şekil 5: Owas yöntemi puanlandırması

Owas yönteminde puanlandırılan tesviye süreci hareketlerinin Owas tehlike kategorilerine göre kodlanması şekil 6'da verilmektedir.

4-1-6-1 için Değerlendirme Kategorisi 4

	Bacaklar Yük Kullanımı	1			2			3			4			5			6			7		
Sırt	Kollar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Şekil 6: Owas yöntemi puanlarının kodlanması

İyileştirme öncesi tesviye sürecindeki personelin ergonomik risk analiz puanı 4 olarak bulunmuştur. Owas yöntemi kodlarına göre 4 puanı: "Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme hemen yapılmalıdır" a karşılık gelmektedir. Bu nedenle iyileştirme yapılmalıdır. İşletmede alınan kararlarla birlikte tesviye sürecinin tamamen insan gücüyle değil yarı otomatik kol sistemine geçilmesine karar verilmiştir. İyileştirilmiş süreçte yarı otomatik kol kullanılması ile personele düşen iş yükü azaltılmış olup ergonomik duruş ve hareket bozukluklarının büyük oranda önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Tesviye süreci düşünülen ergonomik iyileştirme sonrası için Owas analizi ile yeniden değerlendirilmiştir.

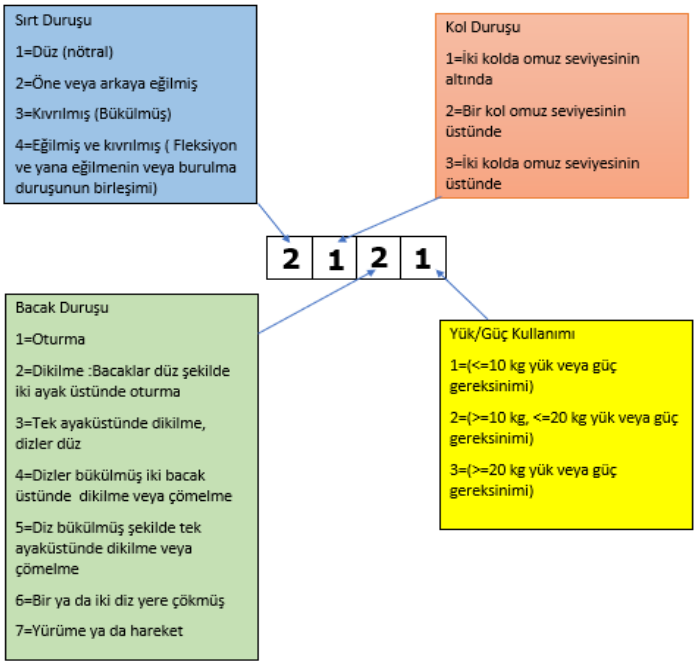
İyileştirilmiş Tesviye süreci için Owas Sırt Duruş Puanlandırmasında: personelin sırt duruşu, eğilmiş ve kıvrılmış olarak gözlemlenmiş olup Owas sırt duruş puanı 2 puan olarak belirlenmiştir.

İyileştirilmiş Tesviye süreci için Owas Kol Duruş Puanlandırmasında: personelin kol duruşu, iki kol da omuz seviyesinin altında olarak gözlemlenmiş olup Owas kol duruş puanı 1 olarak belirlenmiştir.

İyileştirilmiş Tesviye süreci için Owas Bacak Duruş Puanlandırması: personelin bacak duruşu, bir ya da iki diz yere çökmüş olarak gözlemlenmiş olup Owas bacak duruş puanı 2 olarak belirlenmiştir.

İyileştirilmiş Tesviye süreci için Owas Yük Kullanımı Puanlandırması: personelin yük kullanımı,10 kilogramdan az olup Owas yük kullanım puanı 1 olarak belirlenmiştir.

İyileştirilmiş Tesviye süreci için Owas yönteminin toplu puan gösterimi şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 7: İyileştirilmiş Tesviye Süreci için Owas puanlandırması

Owas yönteminde puanlandırılan iyileştirilmiş tesviye süreci hareketlerinin Owas tehlike kategorilerine göre kodlanması şekil 8'de verilmektedir.

2-1-2-1 için Değerlendirme Kategorisi **2**

	Bacaklar	1			2			3			4			5			6			7		
	Yük Kullanımı	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sırt	Kollar																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Şekil 8: İyileştirilmiş Tesviye Süreci Owas yöntemi puanlarının kodlanması

İyileştirme sonrası tesviye sürecinde çalışan personelin ergonomik risk analiz puanı 2 olarak bulunmuştur. Owas yöntemi analiz sonucu tablosunda 2 puanı "Zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir gelecekte yapılmalıdır." olarak karşılık gelmektedir. Tesviye sürecinde uygulanması planlanan iyileştirme sonucunda Owas risk puanlarının karşılaştırması şekil 9'da gösterilmektedir.

	Bacaklar Yük Kullanımı	1			2			3			4			5			6			7		
Sırt	Kollar	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Şekil 9: İyileştirme Öncesi ve Sonrası Owas Puanları Karşılaştırılması

4. SONUÇ

Bir imalat işletmesinin tesviye sürecinde çalışan personelin ergonomik risklere maruz kalması hem çalışan hem de işletme açısından problem oluşturmaktadır. Bu çalışmada problemin çözümü için ergonomik analizlerden olan Owas yöntemi ile ergonomik risk değerlendirme yapılmıştır. Tesviye sürecinde kas-iskelet sistemi hastalıklarına neden olabilecek ergonomik risklere neden olabilecek işlemler belirlenmiş ve bunları azaltmak için iyileştirme planlanmıştır. Planlanan iyileştirmenin etkili olabileceğini göstermek açısından iyileştirme öncesi ve sonrası Owas puanları karşılaştırmıştır. Sonuçta yapılması planlanan iyileştirme ile personelin kas-iskelet sistemi hastalıklarına neden olabilecek ergonomik risklere maruziyetinin azaltılabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Kaygın B., Demir M. A Research on the importance of user-centred design in furniture. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 19(2), 20-29, 2017.
2. Aksüt G., Eren T., Tüfekçi M. Ergonomik risk faktörlerinin sınıflandırılması: bir literatür taraması. Ergonomi, 3(3), 169-192, 2020.
3. Acar Ş.B., Şahin D., Kahya E., Sarıçiçek İ. Soba Montaj Hattında Ergonomik Risk Değerlendirmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27(1), 21-39, 2019.
4. Ülker O., Burdurlu E. Panel mobilya imalatında kullanılan bazı makinelerde Owas yöntemi ile eylemsel duruş analizi. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 291-300, 2012.
5. Yamankaradeniz N., Kılık E., Akalp G. Likid petrol gazı pompacılarının çalışma duruşlarının Owas yöntemi ile değerlendirilmesi. Ergonomi, 3(1), 33-44, 2020.
6. Özcan B., Yeğin E. Lastik sektöründe Owas ve Nasa-TLX yöntemleri kullanılarak fiziksel ve zihinsel iş yükü ölçümü. Ergonomi, 3(1), 1-9, 2020.

7. Akay D., Dağdeviren M., Kurt M. Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(3), 73-84, 2003.
8. Zengin M.A., Asal Ö. Bina inşaatındaki çalışan duruşlarının farklı ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi. Journal of Engineering and Architecture of Gazi University, 35(3), 1615-1630, 2020.
9. Yürek, K., Ersöz Kaya, İ. Yol İnşaatı Şantiyelerinde Ergonomik Risk Değerlendirmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 1357-1366, 2019.
10. Yomralıoğlu E. Kablo imalatı yapılan bir fabrikada ergonomik risk değerlendirmesi: Owas, Cornell kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ölçeği ve HMD yöntemi uygulamaları. Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2021.
11. Özel E., Çetik O. Mesleki görevlerin ergonomik analizinde kullanılan araçlar ve bir uygulama örneği. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, Ağustos, 2010.
12. Çiçek E., Kazanç N., Kahya E. Bir mobilya işletmesinin montaj hattında ergonomik risk analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarımı Dergisi, 6(ÖS: Ergonomi2017), 67-82, 2018.

EGE 6. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
İZMİR
10 - 11 EYLÜL 2022

BİR TREYLER FİRMASI İÇİN ÜRETİM SÜRECİNİN ANALİZİ

ELİF ALADAĞ[1], TÜLAY KORKUSUZ POLAT [2]
[1] Sakarya Üniversitesi, Orcid: 0000-0002-7954-913X
[2] Sakarya Üniversitesi, Orcid: 0000-0001-6693-7873

ÖZET

Siparişlerin zamanında teslimi işletmenin itibarı için önemli olduğu kadar aynı zamanda da müşterilerin işletme ile çalışmaya devam edip etmeyecekleri kararını etkileyen önemli faktörlerdendir. Müşteri siparişlerinin zamanında teslim edilememesinin üretimin zamanında başlamaması, hammaddelerin üretim zamanı için hazır olmaması, hatalı üretim yapılması, makinelerin arızalanması, anahtar personelin işe gelmemesi gibi sebepleri olabilmektedir. Bu çalışmada küçük ölçekli bir treyleri üretim işletmesinde yapılan uygulama anlatılacaktır. İşletmenin yaşadığı en büyük problemlerden birisi müşteri siparişlerini zamanında yetiştirememesidir. Problemin çözümü için öncelikle sipariş ve üretim süreçleri analiz edilecektir. Son dört yılın (2018-2019-2020-2021) dört çeyrek dönemi için işletmeye gelen ürün talebi ile üretilen ürün sayısı karşılaştırılmıştır. Talebin zamanında karşılanmadığı, gecikmeler yaşandığı gözlemlenmiştir. Regresyon analizi ile 2022 yılının dört çeyreklik dönemi için talep tahmini yapılmıştır. Böylece önümüzdeki dönemler için ne kadar ürün üretilmesi gerektiği belirlenmiştir. Üretimde kaynaklanabilecek gecikmelerin sebeplerini bulabilmek için balık kılçığı analizi uygulanmıştır. İşletmenin üretim sürecinde kullanılmak üzere stoklanan hammaddelerin depolardaki durumunun bilinmemesi önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Depolardaki hammaddelerin takip edilebilmesi için bir sistem olmamasından dolayı depo personelinin malzeme eksikliğini zamanında fark etmemesi, eksik parçaların temin edilmesi için geçen sürede de üretimde gecikmeler yaşanması sıklıkla yaşanan bir problemdir. Balık kılçığı diyagramında da bu problem net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Depodaki hammaddelerin stok takibinin yapılması için Excel Programı ile stok takip sistemi yapılmıştır. Sisteme, depoda stokları bulunan hammaddelerin adları ve malzeme kodları girilmiştir. Depoya alınan ve depodan ayrılan stokların, giriş-çıkış ekranından malzeme adı seçilerek giren veya çıkan miktar ve işlem tarihi verilerinin kaydedilmesi sağlanmıştır. Böylece üretimde kullanılacak hammaddelerin stok durumları takip edilebilecek, yetersizlik durumunda üretimin aksamaması için gereken zamanlarda hammadde siparişi verilebilecektir. Stok takip sisteminin verimli çalışması ile üretim sürecinde hammadde eksikliğinden kaynaklanan gecikmeler yaşanmayacak ve müşteri siparişleri zamanında teslim edilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Talep Tahmini, Regresyon Analizi, Balık Kılçığı, Stok Takip.

1. GİRİŞ

Siparişlerin zamanında teslimi işletmeler açısından müşteri memnuniyetini sağlamada oldukça önemli bir performans göstergesidir. Zamanında teslim edilemeyen siparişler işletmenin imajına zarar verebileceği gibi gelecekte müşteri kaybına da neden olabilecektir. Bu nedenle üretimde yaşanabilecek gecikmelerin mümkün olduğunca aza indirilmesi önemlidir. İşletmeler gerek talep tahminleri ile miktarın önceden bilinmesini sağlayarak gerekse etkili stok

yönetimi ile hammaddelerin üretim zamanına hazır olmasını sağlayarak bu problemin yaşanmaması için gerekli önlemleri almaktadır.

İşletmeler için oldukça önemli olan talep tahmini konusu ile ilgili farklı sektörlere ait örnek uygulamalara literatürde de rastlanmaktadır. Sönmez ve Zengin (2019) çalışmalarında yiyecek ve içecek işletmeleri için talep tahmini yapmışlardır. Özüdoğru ve Görener (2015) çalışmalarında İstanbul'da faaliyet gösteren bir hastanede kullanılacak medikal malzemeler için talep tahmini uygulaması yapmışlardır. Gao ve ark. (2022) çalışmalarında orta vadeli elektrik talebi tahmini için bir model geliştirmişler ve Çin'de üç eyalette uygulamışlardır. Li ve ark. (2022) Sidney'e gelecek turist sayısını belirlemek için turizm talep tahmini uygulaması yapmışlardır. Forohuar ve ark. (2022) çalışmalarında günlük işletme kararlarına destek olmada su tedarik sistemi operatörlerine yardımcı olabilmek için sulama suyu tahmini yapmışlardır. Yiğit (2016) çalışmasında hastanelerde serum seti kullanımı ile ilgili farklı teknikler kullanarak talep tahmini yapmıştır. Yergök ve Acı (2019) çalışmalarında üniversite yemekhanesi için toplu yemek üretiminde günlük talebin tahmini için bir uygulama yapmışlardır.

Problemlerin kök sebeplerini bulmak için sıklıkla kullanılan ve uygulaması kolay olan yöntemlerden birisi de sebep-sonuç analizi olarak da bilinen balık kılçığı analizidir. Analiz için kullanılan diyagramın şeklinin benzerliğinden dolayı balık kılçığı diyagramı olarak da bilinir. Literatürde farklı sektörlere ait uygulama örneklerini bulmak mümkündür. Eraydın ve ark. (2019) hastanelerde hasta düşmelerinin değerlendirilmesinde kök nedeni bulmak için balık kılçığı diyagramından faydalanmışlardır. Ölmez ve ark. (2021) covid-19 sonrası yaşanan normalleşme sürecinde ofislerde çalışanları salgına karşı korumada yapılacakları belirlerken balık kılçığı diyagramından faydalandıkları bir çalışma yapmışlardır. Akyüz ve ark. (2020) uygulama sektörü olarak tekstili ele aldıkları çalışmalarında işletmedeki raporlama ile ilgili problemleri belirlerken balık kılçığı diyagramı kullanmışlardır.

Bu çalışmada treyler üretimi yapan bir işletmenin müşteri siparişlerinde yaşanan gecikme probleminin çözümü için bir uygulama yapılmıştır. Öncelikle işletmenin geçmiş dönemlerine ait üretim ve talep verileri karşılaştırılmıştır. Daha sonra yaşanan gecikmenin nedenini belirlemek için balık kılçığı analizinden yararlanılmıştır. Son olarak balık kılçığı diyagramı ile belirlenen sebebin çözümü için bir uygulama yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Talep tahmini, perakende sektöründe oldukça ihtiyaç duyulan ve zorlu bir konudur. Talep tahminleri stok kontrolünü, tedarik zinciri yönetimini ve tasarım vb konuları desteklemek için kullanılır. Talep tahmininde müşteri segmentasyonu, benzer talep davranışına sahip müşterileri tanımlayan ve tahmin doğruluğunu iyileştirmenin bir yolu olarak kullanılan bir yaklaşımdır (Seyedan ve ark., 2022).

Talep tahmininde kullanılan farklı yöntemler vardır: regresyon, yapay sinir ağları, üstel yumuşatma gibi. Regresyon Analizi, iki değişken arasında ilişki olup olmadığını tayin etmede ve ilişki varsa eğer ilişkinin derecesini belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Regresyon analizi yöntemi ile mevcut veriler kullanılarak gelecekteki bilinmeyen değişkenlerle ilgili tahminlerde bulunulabilir (Karaca ve Karacan, 2016).

Balık kılçığı analizi belli bir probleme neden olan tüm etkenlerin belirlenmesi ve sonucu en çok etkileyen kök nedenin bulunarak iyileştirmelere zemin hazırlayan bir yöntemdir (Atalay ve Kılıç, 2015).

3. UYGULAMA

Bu çalışmada, treyler üretimi yapan bir işletmede yaşanan, üretim aksamaları problemi ele alınmaktadır. İşletmenin üretim sürecinden kaynaklanan problemlerden dolayı üretimde aksamalar yaşanmaktadır ve müşterinin talep ettiği miktarda üretim teslim tarihine yetişmemektedir. Problemin çözümü için izlenen yol şu şekildedir: geçmiş yıllara ait talep edilen ve üretilen treyler miktarlarının karşılaştırılması, gelecek yıl için talep tahmininin yapılması (doğrusal regresyon ve trend denklemi ile), üretim sürecini yavaşlatan etmenlerin saptanması (sistem analizi ve balık kılçığı analizi ile), depo için stok giriş-çıkış programının hazırlanması.

3.1. Geçmiş yıllara ait talep edilen ve üretilen ürün miktarlarının karşılaştırılması

Satış ekibinden geçmiş dört yılın dört çeyrek dönemine ait talep edilen treyler miktarı verileri ve üretim bölümünden de aynı dönemlere ait üretilen treyler miktarı verileri alınmıştır. Veriler tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Treyler talep ve üretim miktarları

TREYLER TALEP-ÜRETİM TABLOSU			
YIL	DÖNEM	TALEP SAYISI (SATIŞ)	ÜRETİLEN
2018	1.ÇEYREK	29	25
	2.ÇEYREK	27	26
	3.ÇEYREK	30	28
	4.ÇEYREK	29	27
2019	1.ÇEYREK	18	24
	2.ÇEYREK	26	23
	3.ÇEYREK	33	30
	4.ÇEYREK	28	27
2020	1.ÇEYREK	36	32
	2.ÇEYREK	41	35
	3.ÇEYREK	42	40
	4.ÇEYREK	37	36
2021	1.ÇEYREK	39	39
	2.ÇEYREK	43	38
	3.ÇEYREK	45	42
	4.ÇEYREK	48	36

Tablo 1'den görüldüğü üzere normal kapasitede üretilen ürün miktarı talebi karşılamamıştır.

3.2. Gelecek dönem için talep tahmini yapılması

İşletmenin önümüzdeki dönem satışları için talep tahmini uygulaması yapılmıştır. Talep tahmini yapılarak ne kadar üretim yapılması belirlenecek ve üretim süreci bunu karşılayamayacaksa iyileştirme yapılacaktır. Tablo 1'de verilen değerler en küçük kareler doğrusal regresyon denkleminde kullanılarak a ve b değerleri hesaplanmıştır.

$$551 = 16a + 136b$$

$$5182 = 136a + 1496b$$

$$a = 21{,}98$$

$$b = 1{,}47$$

Elde edilen a ve b değerleri ile doğrusal trend denklemi oluşturulmuştur. Elde edilen trend denklemi aşağıda gösterilmektedir.

$$\boldsymbol{Y = 21{,}98 + 1{,}47x}$$

Trend denklemi ile gelecek yılın dört çeyrek dönemine ait talep tahmini yapılmıştır. Tablo 2'de bu değerler gösterilmektedir.

Tablo 2: Talep tahmini

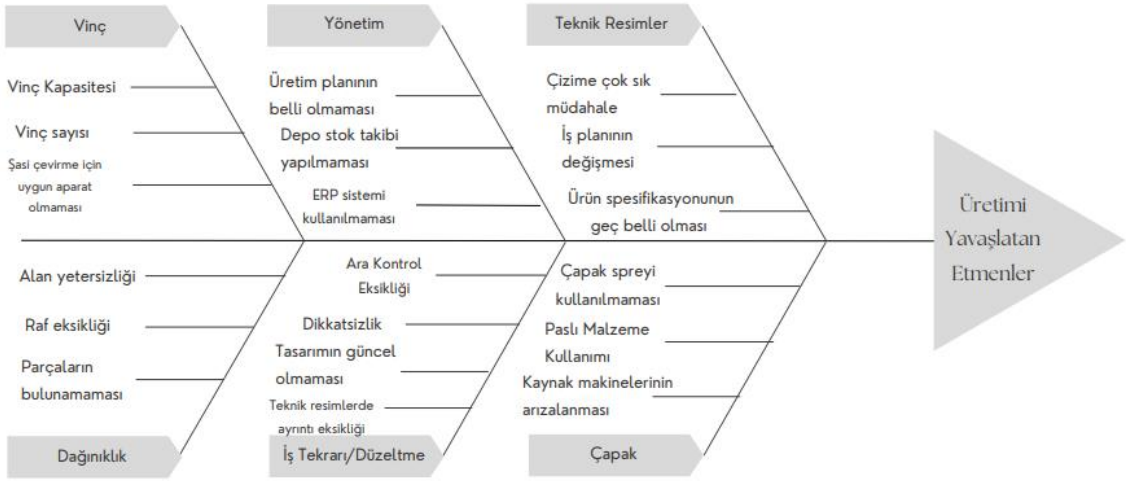
TREYLER TALEP-ÜRETİM TABLOSU					
YIL	DÖNEM (x)	TALEP SAYISI (SATIŞ) (Y)	ÜRETİLEN	X.Y	X^2
2018	1	29	25	29	1
	2	27	26	54	4
	3	30	28	90	9
	4	29	27	116	16
2019	5	18	24	90	25
	6	26	23	156	36
	7	33	30	231	49
	8	28	27	224	64
2020	9	36	32	324	81
	10	41	35	410	100
	11	42	40	462	121
	12	37	36	444	144
2021	13	39	39	507	169
	14	43	38	602	196
	15	45	42	675	225
	16	48	36	768	256
TOPLAM	136	551		5182	1496
Tahminler					
2022	17	47			
	18	48			
	19	50			
	20	51			

3.3. Üretimi yavaşlatan etmenlerin belirlenmesi

Üretim sürecini yavaşlatan etmenlerin belirlenmesi için balık kılçığı analizi kullanılmıştır. Balık kılçığı diyagramında okun üzerine yazılacak ana sebepler olarak: vinç, yönetim, teknik resimler, iş tekrarı, dağınıklık (depolama sıkıntısı) ve çapak olarak belirlenmiştir. Ve her bir sebep kendi içinde detaylandırılmıştır. **Vinç** sayısı az ve kapasitesi düşüktür. Bu nedenle işçiler vinç kullanmaları gerektiğinde pek çok zaman diğer işçilerin vinç kullanımının bitmesini beklemektedirler. **Yönetim** tarafından üretimin planı manuel olarak yapılmaktadır ve üretim planında düzenli bir sistem yoktur. **Teknik resimlerin** çizim sürecinde işletme sahibi tarafından çizime çok sık müdahale edilmektedir. Bunun yanında bir siparişin resmi çizilirken araya başka bir sipariş çizimi eklenerek iş planı değiştirilmektedir. Teknik resimlerde bulunan

ayrıntı eksikliği düzeltilmesi beklenebilmekte, tasarımın güncel olmaması sebebiyle parçalar siparişten farklı üretilebilmekte, dikkatsizlik ve ara kontrol eksiklikleri ise yanlış üretime sebep olmaktadır. Bu yüzden işletmede **iş tekrarları** yaşanmaktadır. **Depo** stok takibi yapılmamakta ve ERP sistemi kullanılarak kurumsal kaynak planlama süreçleri gerçekleştirilmediğinden üretim süreci tamamen işçi ve mühendisler tarafından idare edilmektedir. Bu da üretimde çok sık bir şekilde karışıklıklara neden olmakta ve kullanılması gereken malzemenin eksikliğine sebep olmaktadır. Malzeme temini beklenirken ise vakit kaybedilmektedir. Fabrikanın üretim atölyesinde alan yetersizliği ve raf eksikliği sorunları bulunmaktadır. Montaj istasyonlarında kullanılmak üzere presten bükülmüş, ön imalat istasyonundan ise puntalanmış olarak çıkan bazı parçalar için depolanacak yer bulunamayınca boş bulunan yerlere bırakılmakta ve daha sonrasında kullanılacakken uzun süre aranmaktadırlar. **Çapak** spreyi kullanılmaması, paslı malzeme kullanımı ve kaynak makinelerinin arızalanması çapaklı malzeme üretimine sebep olmaktadır. Bu ise çapak alınması işleminin yapılması için diğer işlemlerin beklenmesine sebep olmaktadır.

Bu ana sebepler ile oluşturulan balık kılçığı diyagramı şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Balık-Kılçığı Analizi

Balık kılçığı analizi sonucunda üretimin gecikmesine neden olan en önemli sebep: "depo-stok takibinin yapılamaması" olarak belirlenmiştir. Bu sebebin ortadan kaldırılması için Excel programında depo-stok takip programı hazırlanmıştır.

3.4. Depo-Stok Takip Programı Yapılması

İşletmede aktif olarak herhangi bir stok takip sistemi kullanılmamaktadır. Bu durum işletmede stokların takibi açısından karışıklığa yol açmakta, satın almaların zamanında yapılamaması veya depoda yeterli sayıda var olan malzemelerin sayılarının bilinmemesinden dolayı ihtiyaç olmaksızın tekrar alım yapılmasına neden olmaktadır. Bu problemin çözümü için bir depo-stok takibi programı oluşturulmuştur. Şekil 2'de oluşturulan programdaki stok sayfası örnek olarak gösterilmektedir.

I110

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Stok Grubu	Stok Kodu	Stok Adı	Birimi	Giren Miktar	Çıkan Miktar	Kalan Miktar
3	Cıvata	CI001	M12x30_Alyan	Adet	740,00	355,00	385,00
4	Cıvata	CI002	M10x30_AlyanGri	Adet	100,00	20,00	80,00
5	Cıvata	CI003	M10x20_AlyanGri	Adet	95,00		95,00
6	Cıvata	CI004	M12x60_AlyanGri	Adet	100,00	20,00	80,00
7	Cıvata	CI005	M20x65_Şapkalı	Adet	115,00		115,00
8	Cıvata	CI006	M10x25_FlanşlıAKB	Adet	132,00	20,00	112,00
9	Cıvata	CI007	M12x80_FlanşlıAKB	Adet	50,00	40,00	10,00
10	Cıvata	CI008	M10x20_FlanşlıAKB	Adet	145,00		145,00
11	Cıvata	CI009	M12x45_FlanşlıAKB	Adet	158,00		158,00
12	Cıvata	CI010	M14x110	Adet	162,00		162,00
13	Cıvata	CI011	M14x100	Adet	112,00	40,00	72,00
14	Cıvata	CI012	M8x60_yarımdiş	Adet	60,00	25,00	35,00
15	Cıvata	CI013	M10x15_sarı	Adet	120,00		120,00
16	Cıvata	CI014	M14x35	Adet	120,00	30,00	90,00
17	Cıvata	CI015	M8x50_SarıAKB	Adet	156,00	20,00	136,00

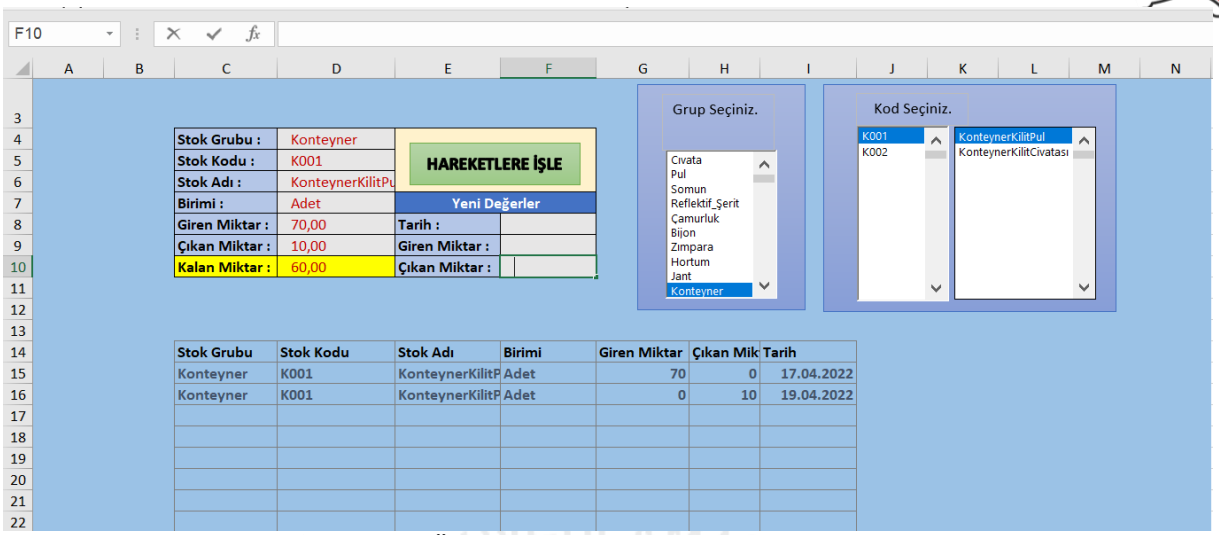
Şekil 2: Stok Sayfası

Programda oluşturulan Stok Hareketleri sayfası ise hangi malzemeden, ne kadar ve hangi tarihte giriş ve çıkış yapıldığını göstermektedir. GİRİŞ-ÇIKIŞ sekmesinde yeni değerler kısmından girilecek yeni verileri alarak tüm stok giriş çıkış hareketlerini listelemek ve kullanılan ETOPLA formülü ile her bir stoğun şimdiye kadar toplam yaptığı giriş-çıkış miktarını Stok Sayfasında görebilmek için kullanılmaktadır. Stok sayfası hareketleri şekil 3'de gösterilmektedir. Stok giriş-çıkış sayfası için hazırlanan örnekler ise şekil 4 ve şekil 5'de gösterilmektedir.

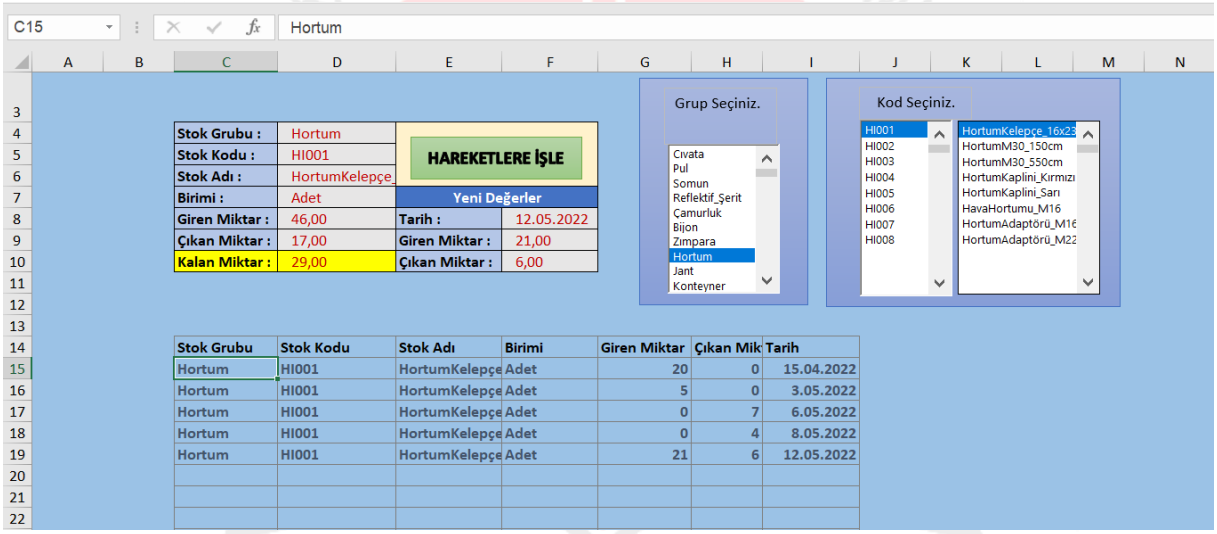
D51 Adet

	A	B	C	D	E	F	G
1	Stok Grubu	Stok Kodu	Stok Adı	Birimi	Giren Miktar	Çıkan Miktar	Tarih
51	Jant	J001	JantSibopu115m	Adet	20	0	22.05.2022
52	Zımpara	ZI001	Zımpara_115x22	Adet	20	0	15.04.2022
53	Hortum	HI001	HortumKelepçe_	Adet	20	0	15.04.2022
54	Konteyner	K002	KonteynerKilitCiv	Adet	45	0	14.04.2022
55	Konteyner	K001	KonteynerKilitPu	Adet	70	0	17.04.2022
56	Konteyner	K001	KonteynerKilitPu	Adet	0	10	19.04.2022
57	Çamurluk	CM003	Çamurluk_Kelep	Adet	0	5	21.04.2022
58	Zımpara	ZI001	Zımpara_115x22	Adet	0	3	28.04.2022
59	Zımpara	ZI004	Zımpara_Starcke	Adet	68	0	22.04.2022
60	Zımpara	ZI004	Zımpara_Starcke	Adet	0	17	27.04.2022
61	Jant	J002	JantSibopu8,5cm	Adet	42	0	1.05.2022
62	Somun	SM005	M10_fiber	Adet	38	0	10.05.2022

Şekil 3: Stok Hareketleri Sayfası



Şekil 4: Stok Giriş-Çıkış Sayfası Örnek 1



Şekil 5: Stok Giriş-Çıkış Sayfası Örnek 2

4. SONUÇ

Excel programında oluşturulan depo-stok takip sistemi ile stok hareketleri (ürünlerin ne zaman girip çıktığı, toplam ne kadar ürün girdiği ve toplam çıkan ürün sayısını ve depoda bulunan mevcut miktarı) listelenip takip edilebilmektedir. Stok takibi için oluşturulmuş ve depodaki durumu kontrol eden bir program kullanmak işletmenin iş hızını da doğrudan etkileyerek; yapılan giriş ve çıkışların dengelenmesinin sağlanmasını ve malzeme gereksinimlerinin daha etkili belirlenmesi ile hangi ürün için ne zaman sipariş verilmesi gerektiğinin de netleştirilmesini sağlayacaktır. Böylece satın alma personeli depoda hangi üründen ne kadar kaldığını kolay ve verimli bir şekilde görüntüleyerek gereken miktarlarda siparişi gerektiği zamanlarda verebilir ve üretim sürecinde malzeme eksikliği sıkıntısı da oldukça azalmış olur. Yapılan Excel programı kullanılacak farklı formüller ve makrolar ile geliştirilmeye açıktır. Eklenecek özellikler ile ERP sistemine geçene kadar işletmenin süreçlerine destek olabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Sönmez, O. & Zengin, K. (2019). Yiyecek ve İçecek İşletmelerinde Talep Tahmini: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Yöntemleriyle Bir Karşılaştırma. European Journal of Science and Technology, (Special Issue), 302-308.
2. Özüdoğru A.G., Görener A. Sağlık sektöründe talep tahmini üzerine bir uygulama. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(27), 37-53, 2015.
3. Gao
4. Li Y., Lin Z., Xiao S. Using social media big data for tourist demand forecasting: A new machine learning analytical approach. Journal of Digital Economy, 1, 32-43, 2022.
5. Forouhar L., Wu W., Wang Q.J., Hakala K., A hybrid framework for short-term irrigation demand forecasting. Agricultural Water Management, 273, 107861, 2022.
6. Yiğit V. Hastanelerde tıbbi malzeme talep tahmini: Serum seti tüketimi üzerinde örnek bir uygulama. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(4), 207-222, 2016.
7. Yergök, D. & Acı, M. (2019). Toplu Yemek Üretiminde Günlük Talep Tahmini için Alternatif Bir Yaklaşım: Öğrenci Regresyon. European Journal of Science and Technology, (Özel Sayı), 64-73.
8. Eraydın C., Tezcan B., Koç Z. Hasta düşmelerinin değerlendirilmesinde balık kılçığı yöntemi ile kök neden analizi. Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 3(6), 266-272, 2019.
9. Ölmez H., Ergun İ., Ensari M., Can E. Normalleşme sürecinde ofis çalışmalarında covid-19'u önlemede balık kılçığı yöntemi ile sebep sonuç analizi. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 33(1), 106-115, 2021.
10. Akyüz G.A., Temiz S., Veziroğlu G. Sistem analizi ve tasarımı: bir tekstil firmasında veri madenciliği uygulaması. Verimlilik Dergisi, 4, 2020.
11. Seyedan M., Mafakheri F., Wang C. Cluster-based demand forecasting using Bayesian model averaging: An ensemble learning approach. Decision Analytics Journal, 2, 100033, 2022.
12. Karaca C., Karacan H. Çoklu regresyon metoduyla elektrik tüketim talebini etkileyen faktörlerin incelenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4(3), 182-195, 2016, DOI: 10.15317/Scitech.2016320514.
13. Atalay O., Kılıç Ö. Balık kılçığı yöntemi ile mobil vinç kazası olası nedenlerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(1), 73-78, Haziran 2015.

SOME NEW RESULTS ON PYTHAGOREAN NEUTROSOPHIC SOFT TOPOLOGICAL SPACES

Asst. Prof. Dr. Adem YOLCU [1], Assoc. Prof. Dr. Taha Yasin ÖZTÜRK [2]

[1] Department of Mathematics, Orcid: 0000-0002-4317-652X

[2] Department of Mathematics, Orcid: 0000-0003-2402-6507

ABSTRACT

In real-world problems such as engineering, social, economic, computer science, medical science, and so on. Because of the uncertainty or imprecision of the data, all real data are not necessarily crisp, precise, or deterministic. The majority of these problems were solved by various theories, first by the fuzzy set theory provided by Zadeh, and later by several researches presenting a number of results using different directions of fuzzy set such as: interval fuzzy set, intuitionistic fuzzy set by Atanassov. All of these are successful to some extent in dealing with problems arising from the vagueness present in the real world, but there are cases where these theories failed to provide satisfactory results, possibly due to indeterminate and inconsistent information present in the belif system, so in 1995, Smarandache initiated the theory of neutrosophic as a new mathematical tool for dealing with problems involving imprecise, indeterminacy, and uncertainty. Using the concept of neutrosophic set and soft set, Maji introduced neutrosophic soft set for the first time, establishing its application in decision making, The Pythagorean Neutrosophic soft set (PNSS) is a novel concept that combines the Pythagorean fuzzy set and the Neutrosophic set with dependent components membership and non-membership, as well as an independent component indeterminacy. In this study, we investigated dense sets and boundary on pyhagorean neutrosophic soft (PNS) topological spaces. Also some important properties of these structures are presented.

Key Words : Pythagorean neutrosophic Soft Sets, PNS Topological spaces, Dense set, Boundary

1. INTRODUCTION

Fuzzy set hypothesis [1] may be a generally modern scientific theme that's basic for dealing with ambiguity and flawed information in real-world circumstances. It could be a sharp set variety with components having enrollment values between [0, 1]. Fuzzy sets and fuzzy

rationale have a wide extend of conceivable applications in arithmetic, computer science, designing, measurements, counterfeit insights, decision making, picture examination, and design acknowledgment. Atanassov [2] expanded the fuzzy set to an Intuitionistic set, which relegates enrollment and non-membership grades to each component and allots a add up to esteem from to 1. Smarandache's neutrosophic set [4] amplifies the hypothesis of fuzzy, intuitionistic fuzzy sets [1,4], which bargains with conflicting information with truth, indeterminacy,and untrue participation capacities of components inside the genuine unit interim. A single esteemed neutrosophic set is characterized by Wang et al. [13] as a set of components with three enrollment capacities within the interim [0, 1]. The Pythagorean set [3], an expansion of intuitionistic fuzzy sets, was created to bargain with complex imprecision and instability when the entirety of squares of enrollment and non-membership degrees is between and 1. Pythagorean Neutrosophic set [5] may be a blend of Pythagorean fuzzy and Neutrosophic Sets. The concept of this set was extended into charts [6] and decision making. Molodtsov [8] created a unused numerical concept known as delicate set hypothesis to help in instability determination. Delicate sets have been utilized in a wide extend of applications, counting operations investigate, Riemann integration, estimation, and likelihood hypothesis. Numerous researchers have made critical commitments to the progression of delicate set hypothesis, particularly operations on delicate sets [9], the concept of bijective delicate sets, and the concepts of relations and capacities in delicate set hypothesis [14-16]. Maji et al. presented a soft and fuzzy set combination in [10], as well as a soft set mixed with intuitionistic and neutrosophic sets [11,12]. [17,18] investigated the concept of interval-valued fuzzy priority for decision-making in a type-2 environment using an intuitionistic fuzzy soft set and a soft-set. Fuzzy soft sets have recently been upgraded to hypersoft sets and used in decision-making [19,20]. In terms of relative entropy, [21] investigated the symmetric cross-entropy of hesitant fuzzy soft sets. [22] defined the fuzzy bipolar soft set topological space, as well as point, interior, and closure points.

2. PRELIMINARIES

In this section, we will give some preliminary information for the present study.

Definition 2.1 [4] neutrosophic set A on the universe of discourse Σ is defined as:

$$A=\left\{\left\langle \varepsilon, T_A(\varepsilon), I_A(\varepsilon), F_A(\varepsilon)\right\rangle : \varepsilon \in \Sigma\right\},$$

where $T,\ I,\ H:\Sigma \to \left]^{-}0,1^{+}\right[$ and $^{-}0 \le T_A(\varepsilon)+I_A(\varepsilon)+F_A(\varepsilon) \le 3^{+}$.

Definition 2.2 **[5]** Let Σ be an initial universe. A pythagorean neutrosophic set A on Σ is defined as:

$$A=\left\{\left\langle \varepsilon, T_A(\varepsilon), I_A(\varepsilon), F_A(\varepsilon)\right\rangle : \varepsilon \in \Sigma\right\},$$

where $T,\ I,\ H:\Sigma \to \left]^{-}0,1^{+}\right[$ and $0 \le \left(T_A(\varepsilon)\right)^2+\left(I_A(\varepsilon)\right)^2+\left(F_A(\varepsilon)\right)^2 \le 2$.

Definition 2.3 [8] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters and $P(\Sigma)$ denotes the power set of Σ. A pair (H,Ψ) is called a soft set over Σ where H is a mapping given by $H:\Psi \to P(\Sigma)$.

In other words, the soft set is a parameterized family of subsets of the set Σ. For $\alpha \in \Psi$ $H(\alpha)$ may be considered as the set of $\alpha-$elements of the soft set (H,Ψ) or as the set of $e-$approximate elements of the soft set, i.e.,

$$(H,\Psi)=\{(\alpha,H(\alpha)):\alpha\in\Psi, H:\Psi\to P(\Sigma)\}.$$

Definition 2.4 [12] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters. Let $P(\Sigma)$ denote the set of all neutrosophic sets of Σ. Then, a neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ over Σ is a set defined by a set valued function $\overset{\circ}{H}$ representing a mapping $\overset{\circ}{H}:\Psi\to P(\Sigma)$ where $\overset{\circ}{H}$ is called approximate function of the neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H},\Psi)$. In other words, the neutrosophic soft set is a parameterized family of some elements of the set $P(\Sigma)$ and therefore it can be written as a set of ordered pairs,

$$(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left\{\left(\alpha,\left\langle \varepsilon, T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon), I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon), F_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\right\rangle : \varepsilon\in\Sigma\right) : \alpha\in\Psi\right\}$$

where $T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)$, $I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)$, $H_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\in 0,1]$, respectively called the truth-membership, indeterminacy-membership, falsity-membership function of $\overset{\circ}{H}(\alpha)$. Since supremum of each T, I, F is 1 so the inequality $0\le T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)+I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)+F_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\le 3$ is obvious.

Definition 2.5 [24,25] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters Let $PN(\Sigma)$ denote the set of all pythagorean neutrosophic sets of . The collection $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is termed to be pythagorean neutrosophic soft set over Σ, where H is a mapping given by $\overset{\circ}{H}:\Psi\to P(\Sigma)$.

Definition 2.13 [26] Let $PNSS(\overset{\circ}{H},\Psi)$ be the family of all pythagorean neutrosophic soft sets over the universe set Σ and $\overset{PNSS}{\tau}\subset PNSS(\Sigma,\Psi)$. Then $\overset{PNSS}{\tau}$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft topology on Σ if

1. $0_{(X,E)}$ and $1_{(X,E)}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

2. The union of any number of pythagorean neutrosophic soft sets in $\overset{PNSS}{\tau}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

3. the intersection of finite number of pythagorean neutrosophic soft sets in $\overset{PNSS}{\tau}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

Then $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ. Each members of $\overset{PNSS}{\tau}$ is said to be pythagorean neutrosophic soft open set.

Definition 2.14 [26] Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $\left(\overset{\circ}{H}, \Psi\right)$ be a pythagorean neutrosophic soft set over Σ. Then $\left(\overset{\circ}{H}, \Psi\right)$ is said to be pythagorean neutrosophic soft closed set iff its complement is a pythagorean neutrosophic soft open set.

3. MAIN RESULTS

Definition 3.1 Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H}, \Psi) \in PNSS(\Sigma, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft set over Σ. If $Fr(\overset{\circ}{H}, \Psi) = \overline{(\overset{\circ}{H}, \Psi)} \cap \overline{((\overset{\circ}{H}, \Psi)^c)}$, then $Fr(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ is said to be boundary of the pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$.

Example 3.1 Let $\Sigma = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3\}$ be an initial universe set, $\Psi = \{\alpha_1, \alpha_2\}$ be a set of parameters and

$$\overset{PNSS}{\tau} = \left\{0_{(\Sigma,\Psi)}, 1_{(\Sigma,\Psi)}, (\overset{\circ}{H}_1, \Psi), (\overset{\circ}{H}_2, \Psi), (\overset{\circ}{H}_3, \Psi), (\overset{\circ}{H}_4, \Psi)\right\}$$

be a pythagorean neutrosophic soft topology over Σ. Here, the pythagorean neutrosophic soft sets $(\overset{\circ}{H}_1, \Psi), (\overset{\circ}{H}_2, \Psi), (\overset{\circ}{H}_3, \Psi)$ and $(\overset{\circ}{H}_4, \Psi)$ over Σ are defined as following;

$$(\overset{\circ}{H}_1, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.6, 0.4, 0.7\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.5, 0.2\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.6, 0.9\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.3, 0.7, 0.4\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.1, 0.2, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.7, 0.8, 0.9\rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_2, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.2, 0.7, 0.6\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.7, 0.9\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.5, 0.8, 0.2\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.1, 0.9, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.4, 0.6, 0.8\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.3, 0.7\rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_3, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.2, 0.4, 0.7\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.5, 0.9\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.6, 0.9\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.1, 0.7, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.1, 0.2, 0.8\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.3, 0.9\rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_4, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.6, 0.7, 0.6\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.7, 0.2\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.5, 0.8, 0.2\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.3, 0.9, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.4, 0.6, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.7, 0.8, 0.7\rangle\} \end{Bmatrix}.$$

Suppose that the pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ over Σ is defined as;

$$(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left\{\begin{matrix}\alpha_1,\{\langle\varepsilon_1,0.7,0.6,0.3\rangle,\langle\varepsilon_2,0.5,0.7,0.1\rangle,\langle\varepsilon_3,0.8,0.8,0.6\rangle\}\\ \alpha_2,\{\langle\varepsilon_1,0.4,0.9,0.2\rangle,\langle\varepsilon_2,0.3,0.4,0.4\rangle,\langle\varepsilon_3,0.9,0.8,0.7\rangle\}\end{matrix}\right\}.$$

Then, let us find the boundary of the pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H},\Psi)$:

$$\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)}=1_{(\Sigma,\Psi)} \text{ and } \left(\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)^c}\right)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^c\cap(\overset{\circ}{H}_3,\Psi)^c$$

Therefore,

$$Fr(\overset{\circ}{H},\Psi)=\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)}\cap\left(\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)^c}\right)=1_{(\Sigma,\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^c\cap(\overset{\circ}{H}_3,\Psi)^c$$

$$=\left\{\begin{matrix}\alpha_1,\{\langle\varepsilon_1,0.7,0.7,0.6\rangle,\langle\varepsilon_2,0.2,0.5,0.3\rangle,\langle\varepsilon_3,0.9,0.9,0.4\rangle\}\\ \alpha_2,\{\langle\varepsilon_1,0.4,0.3,0.3\rangle,\langle\varepsilon_2,0.5,0.8,0.1\rangle,\langle\varepsilon_3,0.9,0.2,0.7\rangle\}\end{matrix}\right\}.$$

Theorem 3.1 Let $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$, $(\overset{\circ}{H}_2,\Psi)\in PNSS(\Sigma,\Psi)$. Then,

1. $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^o=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
2. $\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cup Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
3. $Fr((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cup(\overset{\circ}{H}_2,\Psi))\subseteq Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cup Fr(\overset{\circ}{H}_2,\Psi)$,
4. $Fr((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^c)=Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
5. $1_{(\Sigma,\Psi)}=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^o\cup Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cup(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi))^o$,
6. $Fr\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\right)\subseteq Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
7. $Fr\left((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^o\right)\subseteq Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
8. $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft open set $\Leftrightarrow Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)=\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$,
9. $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set $\Leftrightarrow Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^o$.

Proof. 1. $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\cap\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\right)}\right)$

$$=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\cap\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\right)}\right)^c$$

$$=\left((\tilde{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)^c\right)\cup\left((\tilde{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)\right)}\right)^c\right)$$

$$=\left((\tilde{H}_1,\Psi)\setminus\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)\cup\left((\tilde{H}_1,\Psi)\setminus\left(\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)\right)}\right)\right)$$

$$=(\tilde{H}_1,\Psi)\setminus\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)\right)}=(\tilde{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)\right)}\right)^c$$

$$=(\tilde{H}_1,\Psi)\cap(\tilde{H}_1,\Psi)^o=(\tilde{H}_1,\Psi)^o.$$

2. It is clear.

3. $Fr\left((\tilde{H}_1,\Psi)\cup(\tilde{H}_2,\Psi)\right)=\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)\cup(\tilde{H}_2,\Psi)}\right)\cap\left(\overline{1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus\left((\tilde{H}_1,\Psi)\cup(\tilde{H}_2,\Psi)\right)}\right)$

$$=\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cup\overline{(\tilde{H}_2,\Psi)}\right)\cap\left(\overline{(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi))\cap\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_2,\Psi)\right)}\right)$$

$$\subseteq\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cup\overline{(\tilde{H}_2,\Psi)}\right)\cap\left(\overline{1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)\cap\left(\overline{1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_2,\Psi)}\right)$$

$$\subseteq\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cap\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi)\right)}\right)\cup\left(\overline{(\tilde{H}_2,\Psi)}\cap\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_2,\Psi)\right)}\right)$$

$$=Fr(\tilde{H}_1,\Psi)\cup Fr(\tilde{H}_2,\Psi)$$

4. $Fr\left((\tilde{H}_1,\Psi)^c\right)=\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)^c}\right)\cap\left(\overline{\left((\tilde{H}_1,\Psi)^c\right)^c}\right)=\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)^c}\right)\cap\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}$

$$=Fr(\tilde{H}_1,\Psi)$$

5. It is clear.

6. $Fr\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)=\overline{\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)}\cap\overline{\left(\left(\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\right)^c\right)}\subseteq\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cap\overline{\left((\tilde{H}_1,\Psi)^c\right)}=Fr(\tilde{H}_1,\Psi)$

7. It is clear.

8. Suppose that $(\tilde{H}_1,\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft open set. Then $(\tilde{H}_1,\Psi)^c$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set and $\overline{\left((\tilde{H}_1,\Psi)^c\right)}=(\tilde{H}_1,\Psi)^c$. In here,

$$Fr(\tilde{H}_1,\Psi)=\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cap\overline{\left((\tilde{H}_1,\Psi)^c\right)}=\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\cap(\tilde{H}_1,\Psi)^c=\overline{(\tilde{H}_1,\Psi)}\setminus(\tilde{H}_1,\Psi).$$

From the condition-1,

$$(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^o=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus Fr(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\setminus\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\right)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^c\right)^c$$

$$=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap\left(\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\right)^c\cup\left((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)^c\right)^c\right)$$

$$=\left((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\right)^c\right)\cup\left((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\right)$$

$$=\left((\overset{\circ}{H}_1,\Psi)\cap\left(\overline{(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)}\right)^c\right)\cup(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)=(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$$

That is, $(\overset{\circ}{H}_1,\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft open set.

Definition 3.2 Let $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H},\Psi)\in PNSS(\Sigma,\Psi)$.

1. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft dense set in $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ if $\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)}=1_{(\Sigma,\Psi)}$,
2. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft co-dense set in $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ if $\overline{\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)}=1_{(\Sigma,\Psi)}$,
3. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft not-dense set in any part of $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ if $\overline{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ is a pythagorean neutrosophic soft dense set over $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$.

Theorem 3.2 Let $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H},\Psi)\in PNSS(\Sigma,\Psi)$. Then,

1. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft dense set in $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ iff $(\overset{\circ}{H},\Psi)\cap(\overset{\circ}{U},\Psi)\neq 0_{(\Sigma,\Psi)}$ for each $0_{(\Sigma,\Psi)}\neq(\overset{\circ}{U},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}$,

2. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft co-dense set in $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ iff $\left(1_{(\Sigma,\Psi)}\setminus(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\cap(\overset{\circ}{U},\Psi)\neq 0_{(\Sigma,\Psi)}$ for each $0_{(\Sigma,\Psi)}\neq(\overset{\circ}{U},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}$,

3. $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft not-dense set in any part of $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ iff there is a pythagorean neutrosophic soft open set $(\overset{\circ}{V},\Psi) \in \overset{PNSS}{\tau}$ such that $(\overset{\circ}{V},\Psi) \cap (\overset{\circ}{H},\Psi) = 0_{(\Sigma,\Psi)}$ and $0_{(\Sigma,\Psi)} \neq (\overset{\circ}{V},\Psi) \subseteq (\overset{\circ}{U},\Psi)$ for each $0_{(\Sigma,\Psi)} \neq (\overset{\circ}{U},\Psi) \in \overset{PNSS}{\tau}$.

Proof. Straightforward.

REFERENCES

[1] Zadeh, L.A.: Fuzzy sets. Inform. Control 8, 338–353 (1965)
[2] Atanassov, K.: Intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets Syst. 20, 87–96 (1986)
[3] Yager, R.R.: Pythagorean fuzzy subsets. In: Proceedings of Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, Edmonton, Canada, pp. 57–61 (2013)
[4] Smarandache, F.: A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability, pp. 1–141. American Research Press, Rehoboth (1999)
[5] Jansi, R., Mohana, R.K., Smarandache, F.: Correlation measure for pythagorean neutrosophic fuzzy sets with T and F as dependent neutrosophic components. Neutrosophic Sets Syst. 30(1), 202–212 (2019)
[6] Ajay, D., Chellamani, P.: Pythagorean neutrosophic fuzzy graphs. Int. J. Neutrosophic Sci. 11(2), 108–114 (2020)
[7] Smarandache, F., Said, B.: Intuitionistic neutrosophic soft set. J. Inf. Comput. Sci. 8(2), 130–140 (2013)
[8] Molodtsov, D.A.: Soft set theory-first results. Comp. Math. Appl. 37, 19–31 (1999)
[9] Ali, M.I., Feng, F., Liu, X.Y., Min, W.K., Shabir, M.: On some new operations in soft set theory. Comput. Math. Appl. 57, 1547–1553 (2009)
[10] Maji, P.K., Biswas, R., Roy, A.R.: Fuzzy soft sets. J. Fuzzy Math. 9(15), 589–602 (2001)
[11] Maji, P.K., Biswas, R., Roy, A.R.: Intuitionistic fuzzy soft sets. J. Fuzzy Math. 9(15), 677–692 (2001)
[12] Maji, P.K.: Neutrosophic soft set. Ann. Fuzzy Math. Inform. 5(13), 157–168 (2013)
[13] Wang, H., Smarandache, F., Sunderraman, R., Zhang, Y.Q.: Single valued neutrosophic sets. Multi-space Multi-struct. 4, 410–413 (2010)
[14] Babitha, K.V., Sunil, J.J.: Soft set relations and functions. Comput. Math. Appl. 60, 1840–1849 (2010)
[15] Gong, K., Xiao, Z., Zhang, X.: Exclusive disjunctive soft sets. Comput. Math. Appl. 60, 2270–2278 (2010)
[16] Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., Tang, S.: Extending soft sets with description logics. Comput. Math. Appl. 59, 2087–2096 (2010)
[17] Mohanty, R.K., Tripathy, B.K.: An Improved Approach to Group Decision-Making Using Intuitionistic Fuzzy Soft Set. Advances in Distributed Computing and Machine Learning, pp. 283–296 (2021)
[18] Paik, B., Mondal, S.K.: Representation and application of Fuzzy soft sets in type-2 environment. Complex Intell. Syst. 1–21 (2021)
[19] Smarandache, F.: Extension of soft set to hypersoft set, and then to plithogenic hypersoft set. Neutrosophic Sets Syst. 22, 168–170 (2018)
[20] Yolcu, A., Ozturk, T.Y.: Fuzzy hypersoft sets and it's application to decisionmaking. Theory Appl. Hypersoft Set. Puns Pub. House 50 (2021)

[21] Suo, C., Li, Y., Li, Z.: A series of information measures of hesitant fuzzy soft sets and their application in decision making. Soft. Comput. 25(6), 4771–4784 (2021)
[22] Dizman, T.S., Ozturk, T.Y.: Fuzzy bipolar soft topological spaces. TWMS J. Appl. Eng. Math. 11(1), 151 (2021)
[23] Peng, X., Yang, Y., Song, J., Jiang, Y.: Pythagorean fuzzy soft set and its application. Comput. Eng. 41(7), 224–229 (2015)
[24] Ajay, D., Chellamani, P. (2022). Pythagorean Neutrosophic Soft Sets and Their Application to Decision-Making Scenario. In: Kahraman, C., Cebi, S., Cevik Onar, S., Oztaysi, B., Tolga, A.C., Sari, I.U. (eds) Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation. INFUS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 308. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85577-2_65
[25] Radha, R., & Mary, A. S. A. (2021). Neutrosophic Pythagorean Soft Set With T and F as Dependent Neutrosophic Components. *Neutrosophic sets and systems*, *42*, 65-78.
[26] Yolcu, A., and Ozturk, T.Y., (2022). On Pythagorean Neutrosophic Soft Topological Spaces, Al-Farabi 4.th International Congress On Applied Sciences, Proceeding Book, 19-21 August, Erzurum, Turkey.

SOME OPERATIONS ON PYTHAGOREAN NEUTROSOPHİC SOFT TOPOLOGICAL SPACES

Asst. Prof. Dr. Adem YOLCU [1], Assoc. Prof. Dr. Taha Yasin ÖZTÜRK [2]

[1] Department of Mathematics, Orcid: 0000-0002-4317-652X

[2] Department of Mathematics, Orcid: 0000-0003-2402-6507

ABSTRACT

In a wide range of real-world problems, including engineering, social, economic, computer science, and medical science. All real data are not necessarily crisp, precise, or deterministic due to data uncertainty or imprecision. The majority of these problems were solved by various theories, first by Zadeh's fuzzy set theory, and later by several studies presenting a variety of results using different directions of fuzzy set, such as interval fuzzy set and Atanassov's intuitionistic fuzzy set.. There are cases where these theories did not produce satisfactory results, possibly because of the ambiguous and inconsistent information present in the belief system. As a result, in 1995, Smarandache introduced the theory of neutrosophic as a new mathematical tool for dealing with problems involving imprecision, indeterminacy, and uncertainty. All of these are successful to some extent in dealing with problems arising from the ambiguity present in the real world. Maji first introduced neutrosophic soft set and established its use in decision-making by combining the ideas of neutrosophic set and soft set., The Pythagorean Neutrosophic soft set (PNSS) is a novel concept that combines the Pythagorean fuzzy set and the Neutrosophic set with dependent components membership and non-membership, as well as an independent component indeterminacy. In this study, we introduces basis and subspace topology on pyhagorean neutrosophic soft (PNS) topological spaces. Also some important theorems are investigated.

Key Words : Pythagorean neutrosophic Soft Sets, PNS Topological spaces, subspace topology, basis

1. INTRODUCTION

Fuzzy set theory [1] is an important new mathematical topic for dealing with ambiguity and incomplete knowledge in real-world environments. A sharp theorem with elements with membership values in the range [0, 1]. Fuzzy sets and fuzzy logic have a wide range of potential

applications in mathematics, computer science, engineering, statistics, artificial intelligence, decision making, image analysis, pattern recognition, and more. Atanassov [2] extended fuzzy sets to intuitionistic sets. This set assigns degrees of membership and non-membership to each element, with total values between 0 and 1. Smarandache's Neutrosophical Sets [4] is a fuzzy and intuitionistic set theory of fuzzy sets [1,4] that deals with inconsistent data involving true, indeterminancy and false membership functions of elements within real unit intervals. is an extension of kings. [13] defined a univalent neutrosophic set as the set of elements with three membership functions on the interval [0,1]. An extension of the intuitionistic fuzzy set, the Pythagorean set [3], was developed to deal with complex inaccuracies and uncertainties when the sum of squares of membership and non-membership is between 0 and 1. it was done. The Pythagorean Neutrosophic set [5] is a mixture of Pythagorean fuzzy and Neutrosophic sets. This set of concepts extends to graphs [6] and decision making. Molodtsov [8] created a new mathematical idea called soft set theory to resolve uncertainty. Softsets are used in a variety of fields, including his research in operations, Riemannian integrals, measurements, and probability theory. Many scholars have contributed to the advancement of soft set theory, especially soft set manipulation [9], the concept of bijective soft sets, and the concept of relations and functions in soft set theory [14-16]. [10] Maji et al. introduced a combination of soft and fuzzy sets, and a soft set that mixed intuitionist and neutrosophic sets [11,12]. [17,18] studied the concept of interval-valued fuzzy priorities for decision making using intuitive fuzzy soft sets and soft sets in type 2 environments. The fuzzy soft set was recently upgraded to the hypersoft set, the plisogenic hypersoft set, and used in decision making [19,20]. [21] studied the symmetric cross-entropy of the hesitant fuzzy soft set in terms of relative entropy. [22] established a topological space of fuzzy bipolar soft sets as well as points, interiors, and terminal points.

2. PRELIMINARIES

In this section, we will give some preliminary information for the present study.

Definition 2.1 [4] neutrosophic set A on the universe of discourse Σ is defined as:

$$A=\{\langle \varepsilon, T_A(\varepsilon), I_A(\varepsilon), F_A(\varepsilon)\rangle : \varepsilon \in \Sigma\},$$

where T, I, $H:\Sigma \to]^-0,1^+[$ and $^-0 \le T_A(\varepsilon)+I_A(\varepsilon)+F_A(\varepsilon) \le 3^+$.

Definition 2.2 **[5]** Let Σ be an initial universe. A pythagorean neutrosophic set A on Σ is defined as:

$$A=\{\langle \varepsilon, T_A(\varepsilon), I_A(\varepsilon), F_A(\varepsilon)\rangle : \varepsilon \in \Sigma\},$$

where T, I, $H:\Sigma \to]^-0,1^+[$ and $0 \le (T_A(\varepsilon))^2+(I_A(\varepsilon))^2+(F_A(\varepsilon))^2 \le 2$.

Definition 2.3 [8] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters and $P(\Sigma)$

denotes the power set of Σ. A pair (H,Ψ) is called a soft set over Σ where H is a mapping given by $H:\Psi \to P(\Sigma)$.

In other words, the soft set is a parameterized family of subsets of the set Σ. For $\alpha \in \Psi$ $H(\alpha)$ may be considered as the set of $\alpha-$elements of the soft set (H,Ψ) or as the set of $\ell-$approximate elements of the soft set, i.e.,

$$(H,\Psi)=\{(\alpha,H(\alpha)):\alpha\in\Psi, H:\Psi\to P(\Sigma)\}.$$

Definition 2.4 [12] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters. Let $P(\Sigma)$ denote the set of all neutrosophic sets of Σ. Then, a neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ over Σ is a set defined by a set valued function $\overset{\circ}{H}$ representing a mapping $\overset{\circ}{H}:\Psi\to P(\Sigma)$ where $\overset{\circ}{H}$ is called approximate function of the neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H},\Psi)$. In other words, the neutrosophic soft set is a parameterized family of some elements of the set $P(\Sigma)$ and therefore it can be written as a set of ordered pairs,

$$(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left\{\left(\alpha,\left\langle\varepsilon,T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon),I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon),F_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\right\rangle:\varepsilon\in\Sigma\right):\alpha\in\Psi\right\}$$

where $T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)$, $I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)$, $H_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\in 0,1]$, respectively called the truth-membership, indeterminacy-membership, falsity-membership function of $\overset{\circ}{H}(\alpha)$. Since supremum of each T, I, F is 1 so the inequality $0\le T_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)+I_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)+F_{\overset{\circ}{H}(\alpha)}(\varepsilon)\le 3$ is obvious.

Definition 2.5 [24,25] Let Σ be an initial universe set and Ψ be a set of parameters Let $PN(\Sigma)$ denote the set of all pythagorean neutrosophic sets of . The collection $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is termed to be pythagorean neutrosophic soft set over Σ, where H is a mapping given by $\overset{\circ}{H}:\Psi\to P(\Sigma)$.

Definition 2.13 [26] Let $PNSS(\overset{\circ}{H},\Psi)$ be the family of all pythagorean neutrosophic soft sets over the universe set Σ and $\overset{PNSS}{\tau}\subset PNSS(\Sigma,\Psi)$. Then $\overset{PNSS}{\tau}$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft topology on Σ if

1. $0_{(X,E)}$ and $1_{(X,E)}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

2. The union of any number of pythagorean neutrosophic soft sets in $\overset{PNSS}{\tau}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

3. The intersection of finite number of pythagorean neutrosophic soft sets in $\overset{PNSS}{\tau}$ belongs to $\overset{PNSS}{\tau}$

Then $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ. Each members of $\overset{PNSS}{\tau}$ is said to be pythagorean neutrosophic soft open set.

Definition 2.14 [26] Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft set over Σ. Then $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ is said to be pythagorean neutrosophic soft closed set iff its complement is a pythagorean neutrosophic soft open set.

3. MAIN RESULTS

Definition 3.1 Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $\overset{PNSS}{B}$ be a sub-family of $\overset{PNSS}{\tau}$. $\overset{PNSS}{B}$ is said to be a pythagorean neutrosophic soft basis for the pythagorean neutrosophic soft topology $\overset{PNSS}{\tau}$ if every element of $\overset{PNSS}{\tau}$ can be written as the pythagorean neutrosophic soft union of elements of $\overset{PNSS}{B}$.

Theorem 3.1 Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $\overset{PNSS}{B}$ be a pythagorean neutrosophic soft basis for $\overset{PNSS}{\tau}$. Then, $\overset{PNSS}{\tau}$ equals to the collection of all pythagorean neutrosophic soft unions of elements of $\overset{PNSS}{B}$.

Proof. This is easily seen from the definition of pythagorean neutrosophic soft basis.

Example 3.1 Let $\Sigma = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3\}$ be an initial universe set, $\Psi = \{\alpha_1, \alpha_2\}$ be a set of parameters and

$$\overset{PNSS}{\tau} = \left\{0_{(\Sigma,\Psi)}, 1_{(\Sigma,\Psi)}, (\overset{\circ}{H}_1, \Psi), (\overset{\circ}{H}_2, \Psi), (\overset{\circ}{H}_3, \Psi), (\overset{\circ}{H}_4, \Psi)\right\}$$

be a pythagorean neutrosophic soft topology over Σ. Here, the pythagorean neutrosophic soft sets $(\overset{\circ}{H}_1, \Psi), (\overset{\circ}{H}_2, \Psi), (\overset{\circ}{H}_3, \Psi)$ and $(\overset{\circ}{H}_4, \Psi)$ over Σ are defined as following;

$$(\overset{\circ}{H}_1, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.6, 0.4, 0.7\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.5, 0.2\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.6, 0.9\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.3, 0.7, 0.4\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.1, 0.2, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.7, 0.8, 0.9\rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_2, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.2, 0.7, 0.6\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.7, 0.9\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.5, 0.8, 0.2\rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.1, 0.9, 0.5\rangle, \langle \varepsilon_2, 0.4, 0.6, 0.8\rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.3, 0.7\rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_3,\Psi)=\begin{Bmatrix}\alpha_1,\{\langle\varepsilon_1,0.2,0.4,0.7\rangle,\langle\varepsilon_2,0.3,0.5,0.9\rangle,\langle\varepsilon_3,0.4,0.6,0.9\rangle\}\\ \alpha_2,\{\langle\varepsilon_1,0.1,0.7,0.5\rangle,\langle\varepsilon_2,0.1,0.2,0.8\rangle,\langle\varepsilon_3,0.4,0.3,0.9\rangle\}\end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_4,\Psi)=\begin{Bmatrix}\alpha_1,\{\langle\varepsilon_1,0.6,0.7,0.6\rangle,\langle\varepsilon_2,0.3,0.7,0.2\rangle,\langle\varepsilon_3,0.5,0.8,0.2\rangle\}\\ \alpha_2,\{\langle\varepsilon_1,0.3,0.9,0.5\rangle,\langle\varepsilon_2,0.4,0.6,0.5\rangle,\langle\varepsilon_3,0.7,0.8,0.7\rangle\}\end{Bmatrix}.$$

Then, the family

$$\overset{PNSS}{B}=\left\{0_{(\Sigma,\Psi)},1_{(\Sigma,\Psi)},(\overset{\circ}{H}_1,\Psi),(\overset{\circ}{H}_2,\Psi),(\overset{\circ}{H}_3,\Psi)\right\}$$

is a pythagorean neutrosophic soft basis for the pythagorean neutrosophic soft topology $\overset{PNSS}{\tau}$.

Theorem 3.2 Let $(\Sigma,\overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $\overset{PNSS}{B}$ be a sub-family of $\overset{PNSS}{\tau}$. Then,

1. The family $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft basis of the pythagorean neutrosophic soft topology $\overset{PNSS}{\tau}$ iff there exist a pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}$ such that $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{B},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$ for each $(\overset{\circ}{H},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}$ and $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{H},\Psi)$.

2. If the family $\overset{PNSS}{B}=\left\{(\overset{\circ}{B}_i,\Psi)\right\}_{i\in I}$ is a pythagorean neutrosophic soft basis for $\overset{PNSS}{\tau}$, then there exist a pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{B}_{i_3},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}$ such that $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{B}_{i_3},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi)\cap(\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi)$ for each $(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi),(\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}$ and each $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi)\cap(\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi)$.

Proof. 1. $\Rightarrow$ Suppose that $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft basis of the pythagorean neutrosophic soft topology $\overset{PNSS}{\tau}$, $(\overset{\circ}{H},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}$ and $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{H},\Psi)$. Then $(\overset{\circ}{H},\Psi)=\bigcup_{(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}}(\overset{\circ}{B},\Psi)$. Therefore $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{B},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$ from $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{H},\Psi)=\bigcup_{(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}}(\overset{\circ}{B},\Psi)$ for $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{B},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$.

$\Leftarrow$ Suppose that the condition of theorem to be provided. Then,

$$(\overset{\circ}{H},\Psi)=\bigcup_{\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{H},\Psi)}\left\{\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\right\}\subseteq\bigcup_{\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)}\in(\overset{\circ}{H},\Psi)}(\overset{\circ}{B},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$$

$$\Rightarrow (\overset{\circ}{H},\Psi) = \bigcup_{\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)} \in (\overset{\circ}{H},\Psi)} (\overset{\circ}{B},\Psi).$$

That is, $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft basis for $\overset{PNSS}{\tau}$.

2. Let $(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi),(\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi) \in \overset{PNSS}{B}$ and $\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)} \in (\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi) \cap (\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi)$. Since $(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi) \cap (\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft open set and $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft basis for $\overset{PNSS}{\tau}$, then

$$(\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi) \cap (\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi) = \bigcup_j (\overset{\circ}{B}_j,\Psi) \Rightarrow \varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)} \in (\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi) \cap (\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi) = \bigcup_j (\overset{\circ}{B}_j,\Psi) \Rightarrow \exists (\overset{\circ}{B}_{i_3},\Psi),$$

$$\varepsilon^{\alpha}_{(\alpha,\beta,\gamma)} \in (\overset{\circ}{B}_{i_3},\Psi) \subseteq (\overset{\circ}{B}_{i_1},\Psi) \cap (\overset{\circ}{B}_{i_2},\Psi).$$

Theorem 3.4 Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H},\Psi) \in PNSS(\Sigma;\Psi)$. Then the collection

$$\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)} = \left\{ (\overset{\circ}{H},\Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_i,\Psi) : (\overset{\circ}{H}_i,\Psi) \in \overset{PNSS}{\tau} \text{ for } i \in I \right\}$$

is a pythagorean neutrosophic soft topology on $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ and $\left(\Sigma_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}, \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}, \Psi\right)$ is a pythagorean neutrosophic soft topological space.

Proof. Since $0_{(\Sigma,\Psi)} \cap (\overset{\circ}{H},\Psi) = 0_{(H,\Psi)}$ and $1_{(\Sigma,\Psi)} \cap (\overset{\circ}{H},\Psi) = (\overset{\circ}{H},\Psi)$, then $0_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ and $(\overset{\circ}{H},\Psi) \in \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$. Moreover,

$$\bigcap_{i=1}^{n} \left((\overset{\circ}{H}_i,\Psi) \cap (\overset{\circ}{H},\Psi) \right) = \left(\bigcap_{i=1}^{n} (\overset{\circ}{H}_i,\Psi) \right) \cap (\overset{\circ}{H},\Psi)$$

and

$$\bigcup_{i \in I} \left((\overset{\circ}{H}_i,\Psi) \cup (\overset{\circ}{H},\Psi) \right) = \left(\bigcup_{i \in I} (\overset{\circ}{H}_i,\Psi) \right) \cup (\overset{\circ}{H},\Psi)$$

for $\overset{PNSS}{\tau} = \left\{ (\overset{\circ}{H}_i,\Psi) : i \in I \right\}$. Therefore $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ is a pythagorean neutrosophic soft topology over $(\overset{\circ}{H},\Psi)$.

Definition 3.2 Let $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H}, \Psi) \in PNSS(\Sigma, \Psi)$. Then the collection

$$\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)} = \left\{ (\overset{\circ}{H}, \Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_i, \Psi) : (\overset{\circ}{H}_i, \Psi) \in \overset{PNSS}{\tau} \text{ for} i \in I \right\}$$

is called a pythagorean neutrosophic soft subspace topology on $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ and $\left(\Sigma_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}, \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}, \Psi \right)$ is called a pythagorean neutrosophic soft topological subspace of $(\Sigma, \overset{PNSS}{\tau}, \Psi)$.

Example 3.2 Suppose that the pythagorean neutrosophic soft set $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ over Σ is defined as;

$$(\overset{\circ}{H}, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.7, 0.6, 0.3 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.5, 0.7, 0.1 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.8, 0.8, 0.6 \rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.4, 0.9, 0.2 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.4, 0.4 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.9, 0.8, 0.7 \rangle\} \end{Bmatrix}.$$

Then the collection

$$\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)} = \left\{ 0_{(\overset{\circ}{\Sigma},\Psi)}, (\overset{\circ}{H}, \Psi), (\overset{\circ}{H}_1, \Psi)', (\overset{\circ}{H}_2, \Psi)', (\overset{\circ}{H}_3, \Psi)', (\overset{\circ}{H}_4, \Psi)' \right\}$$

is a pythagorean neutrosophic soft sub-topology on $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ of the pythagorean neutrosophic soft topology $\overset{PNSS}{\tau}$. Here, the pythagorean neutrosophic soft sets $(\overset{\circ}{H}_1, \Psi)', (\overset{\circ}{H}_2, \Psi)', (\overset{\circ}{H}_3, \Psi)'$ and $(\overset{\circ}{H}_4, \Psi)'$ over $(\overset{\circ}{H}, \Psi)$ are defined as following:

$$(\overset{\circ}{H}_1, \Psi)' = (\overset{\circ}{H}, \Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_1, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.6, 0.4, 0.7 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.5, 0.2 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.6, 0.9 \rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.3, 0.7, 0.4 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.1, 0.2, 0.5 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.7, 0.8, 0.9 \rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_2, \Psi)' = (\overset{\circ}{H}, \Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_2, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.2, 0.6, 0.6 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.7, 0.9 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.5, 0.8, 0.6 \rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.1, 0.9, 0.5 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.4, 0.8 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.3, 0.7 \rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_3, \Psi)' = (\overset{\circ}{H}, \Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_3, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.2, 0.4, 0.7 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.3, 0.5, 0.9 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.6, 0.9 \rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.1, 0.7, 0.5 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.1, 0.2, 0.8 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.4, 0.3, 0.9 \rangle\} \end{Bmatrix},$$

$$(\overset{\circ}{H}_4, \Psi)' = (\overset{\circ}{H}, \Psi) \cap (\overset{\circ}{H}_4, \Psi) = \begin{Bmatrix} \alpha_1, \{\langle \varepsilon_1, 0.6, 0.7, 0.6 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.2, 0.5, 0.3 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.5, 0.8, 0.4 \rangle\} \\ \alpha_2, \{\langle \varepsilon_1, 0.3, 0.3, 0.5 \rangle, \langle \varepsilon_2, 0.4, 0.6, 0.5 \rangle, \langle \varepsilon_3, 0.7, 0.2, 0.7 \rangle\} \end{Bmatrix}.$$

In addition, $\left((\overset{\circ}{H},\Psi),\ \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)},\Psi\right)$ is a pythagorean neutrosophic soft topological subspace of $(\Sigma,\ \overset{PNSS}{\tau},\Psi)$.

Theorem 3.5 Let $(\Sigma,\ \overset{PNSS}{\tau},\Psi)$ be a pythagorean neutrosophic soft topological space over Σ and $(\overset{\circ}{H},\Psi),(\overset{\circ}{K},\Psi)\in PNSS(\Sigma,\Psi)$. Then,

1. If $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft base for $\overset{PNSS}{\tau}$, then $\overset{PNSS}{B}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}=\left\{(\overset{\circ}{B},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi):(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}\right\}$ is a pythagorean neutrosophic soft base for the pythagorean neutrosophic soft sub-topology $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$,

2. If $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ and $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(K,\Psi)}$, then $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(K,\Psi)}$,

3. Let $(\overset{\circ}{G},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$. If $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}$ is the pythagorean neutrosophic soft closure in $(\Sigma,\ \overset{PNSS}{\tau},\Psi)$, then $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is the pythagorean neutrosophic soft closure in $\left(\Sigma_{(\overset{\circ}{H},\Psi)},\ \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)},\Psi\right)$.

Proof. 1. Since $\overset{PNSS}{B}$ is a pythagorean neutrosophic soft base for $\overset{PNSS}{\tau}$ so for arbitrary $(\overset{\circ}{U},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}$, we have $(\overset{\circ}{U},\Psi)=\bigcup_{(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}}(\overset{\circ}{B},\Psi)$. In case,

$$(\overset{\circ}{U},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left(\bigcup_{(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}}(\overset{\circ}{B},\Psi)\right)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\bigcup_{(\overset{\circ}{B},\Psi)\in\overset{PNSS}{B}}\left((\overset{\circ}{B},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)$$

for $(\overset{\circ}{U},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\in\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$. Since arbitrary member of $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ can be expressed as the union of members of $\overset{PNSS}{B}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$, hence the theorem is completed.

2. We first show that if $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ then there exist a closed set $(\overset{\circ}{V},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{K},\Psi)$ i.e., $(\overset{\circ}{V},\Psi)\notin\overset{PNSS}{\tau}$ such that $(\overset{\circ}{G},\Psi)=(\overset{\circ}{V},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$.

Let $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ be a closed in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$. Then $(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)^c$ is a pythagorean neutrosophic soft open set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ i.e., $(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)^c$ can be put as $(\overset{\circ}{G},\Psi)^c=(\overset{\circ}{U},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$ for $(\overset{\circ}{U},\Psi)\in \overset{PNSS}{\tau} \Rightarrow \left((\overset{\circ}{G},\Psi)^c\right)^c=(\overset{\circ}{H},\Psi)\cap\left((\overset{\circ}{U},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)^c=(\overset{\circ}{U},\Psi)^c\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$. Here $(\overset{\circ}{U},\Psi)^c\notin \overset{PNSS}{\tau}$ i.e., $(\overset{\circ}{U},\Psi)^c$ is a closed in $\overset{PNSS}{\tau}$. So here acts as $(\overset{\circ}{V},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{K},\Psi)$.

Conversely, suppose that $(\overset{\circ}{G},\Psi)=(\overset{\circ}{V},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$ where $(\overset{\circ}{H},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{K},\Psi)$ and $(\overset{\circ}{V},\Psi)$ is closed in $\overset{PNSS}{\tau}_{(K,\Psi)}$. Clearly, $(\overset{\circ}{V},\Psi)^c\in \overset{PNSS}{\tau}$ so that $(\overset{\circ}{V},\Psi)^c\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\in \overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$. Now,

$$(\overset{\circ}{V},\Psi)^c\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left((\overset{\circ}{K},\Psi)\setminus(\overset{\circ}{V},\Psi)\right)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\left((\overset{\circ}{K},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\setminus\left((\overset{\circ}{V},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)=(\overset{\circ}{H},\Psi)\setminus(\overset{\circ}{G},\Psi).$$

This implies $(\overset{\circ}{H},\Psi)\setminus(\overset{\circ}{G},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft open set in $(\overset{\circ}{H},\Psi)$ i.e., $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$.

3. $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}=\mathbf{I}\left\{(\overset{\circ}{G}_i,\Psi):(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\text{isclosedand}(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\supseteq(\overset{\circ}{G},\Psi)\right\}$ is the pythagorean neutrosophic soft closure of $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ and so $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}$ is a pythagorean neutrosophic soft closed set. Now, $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\mathbf{I}\left\{(\overset{\circ}{G}_i,\Psi):(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\text{isclosedand}(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\supseteq(\overset{\circ}{G},\Psi)\right\}\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\mathbf{I}\left((\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)$. Since each $(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)$ is closed, then each $(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is closed in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$ by Theorem-5. Now $(G,\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)$ and $(G,\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{H},\Psi)$. So $\left((\overset{\circ}{G},\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\subseteq\left((\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\Rightarrow(\overset{\circ}{G},\Psi)\subseteq(\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$. Therefore,

$$\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)=\mathbf{I}\left\{\left((\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right):\left((\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\text{isclosedand}\left((\overset{\circ}{G}_i,\Psi)\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)\right)\supseteq(\overset{\circ}{G},\Psi)\right\}$$

. Thus, $\overline{(\overset{\circ}{G},\Psi)}\cap(\overset{\circ}{H},\Psi)$ is a pythagorean neutrosophic soft closure of $(\overset{\circ}{G},\Psi)$ in $\overset{PNSS}{\tau}_{(\overset{\circ}{H},\Psi)}$.

REFERENCES

[1] Zadeh, L.A.: Fuzzy sets. Inform. Control 8, 338–353 (1965)

[2] Atanassov, K.: Intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy Sets Syst. 20, 87–96 (1986)

[3] Yager, R.R.: Pythagorean fuzzy subsets. In: Proceedings of Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, Edmonton, Canada, pp. 57–61 (2013)

[4] Smarandache, F.: A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability, pp. 1–141. American Research Press, Rehoboth (1999)

[5] Jansi, R., Mohana, R.K., Smarandache, F.: Correlation measure for pythagorean neutrosophic fuzzy sets with T and F as dependent neutrosophic components. Neutrosophic Sets Syst. 30(1), 202–212 (2019)

[6] Ajay, D., Chellamani, P.: Pythagorean neutrosophic fuzzy graphs. Int. J. Neutrosophic Sci. 11(2), 108–114 (2020)

[7] Smarandache, F., Said, B.: Intuitionistic neutrosophic soft set. J. Inf. Comput. Sci. 8(2), 130–140 (2013)
[8] Molodtsov, D.A.: Soft set theory-first results. Comp. Math. Appl. 37, 19–31 (1999)
[9] Ali, M.I., Feng, F., Liu, X.Y., Min, W.K., Shabir, M.: On some new operations in soft set theory. Comput. Math. Appl. 57, 1547–1553 (2009)
[10] Maji, P.K., Biswas, R., Roy, A.R.: Fuzzy soft sets. J. Fuzzy Math. 9(15), 589–602 (2001)
[11] Maji, P.K., Biswas, R., Roy, A.R.: Intuitionistic fuzzy soft sets. J. Fuzzy Math. 9(15), 677–692 (2001)
[12] Maji, P.K.: Neutrosophic soft set. Ann. Fuzzy Math. Inform. 5(13), 157–168 (2013)
[13] Wang, H., Smarandache, F., Sunderraman, R., Zhang, Y.Q.: Single valued neutrosophic sets. Multi-space Multi-struct. 4, 410–413 (2010)
[14] Babitha, K.V., Sunil, J.J.: Soft set relations and functions. Comput. Math. Appl. 60, 1840–1849 (2010)
[15] Gong, K., Xiao, Z., Zhang, X.: Exclusive disjunctive soft sets. Comput. Math. Appl. 60, 2270–2278 (2010)
[16] Jiang, Y., Tang, Y., Chen, Q., Wang, J., Tang, S.: Extending soft sets with description logics. Comput. Math. Appl. 59, 2087–2096 (2010)
[17] Mohanty, R.K., Tripathy, B.K.: An Improved Approach to Group Decision-Making Using Intuitionistic Fuzzy Soft Set. Advances in Distributed Computing and Machine Learning, pp. 283–296 (2021)
[18] Paik, B., Mondal, S.K.: Representation and application of Fuzzy soft sets in type-2 environment. Complex Intell. Syst. 1–21 (2021)
[19] Smarandache, F.: Extension of soft set to hypersoft set, and then to plithogenic hypersoft set. Neutrosophic Sets Syst. 22, 168–170 (2018)
[20] Yolcu, A., Ozturk, T.Y.: Fuzzy hypersoft sets and it's application to decisionmaking. Theory Appl. Hypersoft Set. Puns Pub. House 50 (2021)
[21] Suo, C., Li, Y., Li, Z.: A series of information measures of hesitant fuzzy soft sets and their application in decision making. Soft. Comput. 25(6), 4771–4784 (2021)
[22] Dizman, T.S., Ozturk, T.Y.: Fuzzy bipolar soft topological spaces. TWMS J. Appl. Eng. Math. 11(1), 151 (2021)
[23] Peng, X., Yang, Y., Song, J., Jiang, Y.: Pythagorean fuzzy soft set and its application. Comput. Eng. 41(7), 224–229 (2015)
[24] Ajay, D., Chellamani, P. (2022). Pythagorean Neutrosophic Soft Sets and Their Application to Decision-Making Scenario. In: Kahraman, C., Cebi, S., Cevik Onar, S., Oztaysi, B., Tolga, A.C., Sari, I.U. (eds) Intelligent and Fuzzy Techniques for Emerging Conditions and Digital Transformation. INFUS 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 308. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85577-2_65
[25] Radha, R., & Mary, A. S. A. (2021). Neutrosophic Pythagorean Soft Set With T and F as Dependent Neutrosophic Components. *Neutrosophic sets and systems*, *42*, 65-78.
[26] Yolcu, A., and Ozturk, T.Y., (2022). On Pythagorean Neutrosophic Soft Topological Spaces, Al-Farabi 4.th International Congress On Applied Sciences, Proceeding Book, 19-21 August, Erzurum, Turkey.

THE NARAYANA-PADOVAN SEQUENCE MODULO *m*

Prof. Dr., Ömür DEVECİ[1], Res. Assist., Özgür ERDAĞ[2]
[1]Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
odeveci36@hotmail.com-0000-0001-5870-5298
[2]Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
ozgur_erdag@hotmail.com-0000-0001-8071-6794

ABSTRACT

The linear recurrence sequences appear in modern research in many fields from mathematics, physics, computer, and architecture to nature and art. The study of recurrence sequences in groups first began with Fibonacci sequences and the ordinary Fibonacci sequences in cyclic groups were investigated. Several authors have also obtained the cyclic groups via some special matrices. In addition, many studies have reached that the periods of the sequences obtained by reducing according to modulo *m* are equal to the order of the cyclic groups obtained, and then many studies in the literature obtained the rules for the orders of the cyclic groups generated by reducing the generating matrix of the sequence when read modulo *m*. In this study, we consider the Narayana-Padovan sequence. In this sense, we examine the Narayana-Padovan sequence according to modulo *m*. Then we consider the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence called the Narayana-Padovan matrix. Furthermore, we produce the cyclic groups which are generated by the multiplicative orders of the Narayana-Padovan matrix when read modulo *m*. Finally, we derive the relationship between the order of the cyclic groups obtained and the periods of the Narayana-Padovan sequence when read modulo *m*.

Keywords: The Narayana-Padovan sequence, Modulo, Group.

1. INTRODUCTION

Erdağ and Deveci (Deveci & Erdağ, 2022) defined the Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ by the following homogeneous linear recurrence relation:

$$n_{k+6}^{Pa} = n_{k+5}^{Pa} + n_{k+4}^{Pa} + n_{k+3}^{Pa} - n_{k+2}^{Pa} - n_{k+1}^{Pa} - n_k^{Pa} \tag{1.1}$$

for $k \geq 0$ and with initial conditions $n_0^{Pa} = \mathrm{L} = n_4^{Pa} = 0$ and $n_5^{Pa} = 1$.

Also in (Erdağ & Deveci, 2022), they gave the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ as follows:

$$N^{Pa}=\begin{bmatrix}1&1&1&-1&-1&-1\\1&0&0&0&0&0\\0&1&0&0&0&0\\0&0&1&0&0&0\\0&0&0&1&0&0\\0&0&0&0&1&0\end{bmatrix}.$$

The matrix $N^{Pa}=\left[n_{ij}\right]_{6\times 6}$ is called as a Narayana-Padovan matrix. By an inductive argument, we obtain that

$$\left(N^{Pa}\right)^{\alpha}=\begin{bmatrix}n_{\alpha+5}^{Pa}&n_{\alpha+6}^{Pa}-n_{\alpha+5}^{Pa}&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+4}^{Pa}+n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+4}^{Pa}+n_{\alpha+3}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+4}^{Pa}\\n_{\alpha+4}^{Pa}&n_{\alpha+5}^{Pa}-n_{\alpha+4}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+3}^{Pa}\\n_{\alpha+3}^{Pa}&n_{\alpha+4}^{Pa}-n_{\alpha+3}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}+n_{\alpha-4}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+2}^{Pa}\\n_{\alpha+2}^{Pa}&n_{\alpha+3}^{Pa}-n_{\alpha+2}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-3}^{Pa}+n_{\alpha-4}^{Pa}+n_{\alpha-5}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+1}^{Pa}\\n_{\alpha+1}^{Pa}&n_{\alpha+2}^{Pa}-n_{\alpha+1}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-4}^{Pa}+n_{\alpha-5}^{Pa}+n_{\alpha-6}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}\right)&-n_{\alpha}^{Pa}\\n_{\alpha}^{Pa}&n_{\alpha+1}^{Pa}-n_{\alpha}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-5}^{Pa}+n_{\alpha-6}^{Pa}+n_{\alpha-7}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-n_{\alpha-1}^{Pa}\end{bmatrix}. \quad (1.2)$$

for $\alpha\geq 7$. Also, It is easy to see that $\det N^{Pa}=1$.

The study of recurrence sequences in groups began with the earlier work of Wall (Wall, 1960) where the ordinary Fibonacci sequences in cyclic groups were investigated. Then, the concept extended to some special linear recurrence sequences by many studies; see for example: (Aydın & Dikici, 1998; Campbell, Doostie, & Robertson, 1990; Deveci, Aküzüm & Karaduman 2015; Deveci & Shannon, 2017; Doostie & Campbell, 2000; Knox, 1992; Lü & Wang, 2007; Wilcox, 1986). In most of these studies, the linear recurrence sequences were examined by modulo *m* and the cyclic groups via some special matrices were obtained. In this study, we obtain the cyclic groups which are produced by a generating matrix of the Narayana-Padovan sequence when read modulo *m*. Also, we study the Narayana-Padovan sequence modulo *m*, and then we derive the relationship between the order of the cyclic groups obtained and the periods of the Narayana-Padovan sequence modulo *m*.

2. MAIN RESULTS AND PROOFS

Reducing the Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ by a modulo m we obtain the following repeating sequence:

$$\left\{n_k^{Pa}(m)\right\}=\left\{n_0^{Pa}(m),n_1^{Pa}(m),\mathrm{K},n_i^{Pa}(m),\mathrm{K},\right\}$$

where $n_k^{Pa}(m)\equiv n_k^{Pa}(\bmod m)$. Note that it has the same recurrence relation as in (1.1).

A sequence is periodic if after a certain points it consists only of repetitions of a fixed subsequence. The number of elements in the shortest repeating subsequence is called the period of the sequence. For example, the sequence $a,b,c,d,b,c,d,b,c,d,\mathrm{K}$ is periodic after the initial element a and has period 3. A sequence is simply periodic with period *k* if the first *k*

elements in the sequence form a repeating subsequence. For example, the sequence $a,b,c,d,a,b,c,d,a,b,c,d,\mathrm{K}$ is simply periodic with period 4.

Theorem 2.1. The Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ is simple periodic for every positive integer m.

Proof. Let us consider set

$$S=\left\{\left(s_0,s_1,\mathrm{K},s_5\right)\middle|\ s_i\text{'s are integers such that } 0\le s_i\le m-1\right\}$$

then $|S|=m^6$. Since there are m^6 distinct 6-tuples of elements of Z_m, at least one of the 6-tuples appears twice in the sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$. Therefore, the subsequence following this 6-tuple repeats; hence, the sequence is periodic. So if

$$n_u^{Pa}(m)\equiv n_v^{Pa}(m),\ n_{u+1}^{Pa}(m)\equiv n_{v+1}^{Pa}(m),\mathrm{K},n_{u+5}^{Pa}(m)\equiv n_{v+5}^{Pa}(m)$$

such that $u>v$, then $u\equiv v(\bmod 6)$. From the definition, we can easily derive that

$$n_k^{Pa}=-n_{k+6}^{Pa}+n_{k+5}^{Pa}+n_{k+4}^{Pa}+n_{k+3}^{Pa}-n_{k+2}^{Pa}-n_{k+1}^{Pa}.$$

Thus we obtain

$$n_u^{Pa}(m)\equiv n_v^{Pa}(m),\ n_{u-1}^{Pa}(m)\equiv n_{v-1}^{Pa}(m),\mathrm{K},n_{u-v}^{Pa}(m)\equiv n_0^{Pa}(m)$$

which implies that the sequence is a simply periodic. □

We denote the period of the sequence $\left\{n_k^{Pa}(m)\right\}$ by $hn_k^{Pa}(m)$.

Example 2.1. The sequence $\left\{n_k^{Pa}(2)\right\}$ is as follows:

$$\{0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,\mathrm{K}\}$$

Since $n_7^{Pa}(2)=n_0^{Pa}(2)=0$, $n_8^{Pa}(2)=n_1^{Pa}(2)=0$, $n_9^{Pa}(2)=n_2^{Pa}(2)=0$, $n_{10}^{Pa}(2)=n_3^{Pa}(2)=0$, $n_{11}^{Pa}(2)=n_4^{Pa}(2)=0$, $n_{12}^{Pa}(2)=n_5^{Pa}(2)=1$, the sequence is simply periodic with period $hn_k^{Pa}(2)=7$.

Given an integer matrix $A=\left[a_{ij}\right]$, $A(\bmod m)$ means that all entries of A are reduced modulo m, that is, $A(\bmod m)=\left(a_{ij}(\bmod m)\right)$. Let us consider the set $\langle A\rangle_m=\left\{A^i(\bmod m)\middle|\ i\ge 0\right\}$. If $\gcd(m,\det A)=1$, then the set $\langle A\rangle_m$ is a cyclic group. Let the notation $\left|\langle A\rangle_m\right|$ denote the order of the set $\langle A\rangle_m$. By the equation (1.2), it is clear that the set $\left\langle N^{Pa}\right\rangle_m$ is a cyclic group for every positive integer *m*.

Now we consider cyclic groups which are generated by the matrix N^{Pa}.

Theorem 2.2. Let t be a prime and let $\langle N^{Pa}\rangle_{t^m}$ be a cyclic groups. If q is the largest positive integer, such that $\left|\langle N^{Pa}\rangle_{t}\right| = \left|\langle N^{Pa}\rangle_{t^q}\right|$, then $\left|\langle N^{Pa}\rangle_{t^w}\right| = t^{w-q}.\left|\langle N^{Pa}\rangle_{t}\right|$ for every integer $w \geq q$.

Proof. Suppose that u is a positive integer and $\left|\langle N^{Pa}\rangle_{t^m}\right|$ is denoted by $ln_k^{Pa}(m)$. Since $\left(N^{Pa}\right)^{ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right)} \equiv I\left(\bmod t^{u+1}\right)$, we can write $\left(N^{P}\right)^{ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right)} \equiv I\left(\bmod t^{u}\right)$ where I is a 6×6 identity matrix. Thus we get that $ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right)$ is divisible by $ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)$. On the other hand, writing $\left(N^{Pa}\right)^{ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)} = I + \left(\left(n_{ij}\right)^u \cdot t^u\right)$, by the binomial theorem, we obtain

$$\left(N^{Pa}\right)^{ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)\cdot t} = I + \left(\left(n_{ij}\right)^u \cdot t^u\right)^u = \sum_{i=0}^{t}\binom{t}{i}\left(\left(n_{ij}\right)^u \cdot t^u\right)^i \equiv I\left(\bmod t^{u+1}\right)$$

which implies that $ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right)$ divides $ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)\cdot t$. Thus, $ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right) = ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)$ or $ln_k^{Pa}\left(t^{u+1}\right) = ln_k^{Pa}\left(t^{u}\right)\cdot t$, and the latter holds if and only if there is an n_{ij} which is not divisible by t. Due to fact that we assume q is the smallest positive integer such that $ln_k^{Pa}\left(t^{q}\right) \neq ln_k^{Pa}\left(t^{q+1}\right)$, there is an $\left(n_{ij}\right)^q$ which is not divisible by t. Since there is an $\left(n_{ij}\right)^q$ such that t does not divide $\left(n_{ij}\right)^q$, it is easy to see that there is an $\left(n_{ij}\right)^{q+1}$ which is not divisible by t. This shows that $ln_k^{Pa}\left(t^{q+1}\right) \neq ln_k^{Pa}\left(t^{q+2}\right)$. Then we see that $ln_k^{Pa}\left(t^{q+2}\right) = t\cdot ln_k^{Pa}\left(t^{q+1}\right) = t^2\cdot ln_k^{Pa}\left(t^{q}\right)$. So by induction on q we obtain $ln_k^{Pa}\left(t^{w}\right) = t^{w-q}\cdot ln_k^{Pa}\left(t^{q}\right)$ for every integer $w \geq q$. Thus the proof is complete. □

It is easily seen from equation (1.2) that $hn_k^{Pa}(m) = \left|\langle N^{Pa}\rangle_{m}\right|$ for every positive integer m.

Theorem 2.3. If m has the prime factorization $m = \prod_{i=1}^{k}\left(s_i\right)^{r_i}$, $(k \geq 1)$ where s_i 's are distinct primes. Then

$$hn_k^{Pa}(m) = lcm\left[hn_k^{Pa}\left(\left(s_1\right)^{r_1}\right), hn_k^{Pa}\left(\left(s_2\right)^{r_2}\right), \ldots, hn_k^{Pa}\left(\left(s_k\right)^{r_k}\right)\right].$$

Proof. Since $hn_k^{Pa}\left(\left(s_i\right)^{r_i}\right)$ is the length of the period of the sequence $\left\{n_k^{Pa}\left(\left(s_i\right)^{r_i}\right)\right\}$, the sequence repeats only after blocks of length $\delta\cdot hn_k^{Pa}\left(\left(s_i\right)^{r_i}\right)$, $(\delta \in ¥)$. Since $hn_k^{Pa}(m)$ is period of the sequence $\left\{n_k^{Pa}(m)\right\}$, the sequence $\left\{hn_k^{Pa}\left(\left(s_i\right)^{r_i}\right)\right\}$ repeats after $hn_k^{Pa}(m)$ terms

for all values i. Thus $hn_k^{Pa}(m)$ is the form $\delta \cdot hn_k^{Pa}\left((s_i)^{r_i}\right)$ for all values i, and since any such number gives a period of $\left\{n_k^{Pa}(m)\right\}$. So we get

$$hn_k^{Pa}(m) = lcm\left[hn_k^{Pa}\left((s_1)^{r_1}\right), hn_k^{Pa}\left((s_2)^{r_2}\right), \ldots, hn_k^{Pa}\left((s_k)^{r_k}\right)\right]. \qquad \square$$

3. CONCLUSION

We have examined the Narayana-Padovan sequence defined in study (Deveci & Erdağ, is submitted) according to modulo m and then, we have obtained the periods of this sequence. In addition, we have considered the Narayana-Padovan matrix defined in study (Deveci & Erdağ, is submitted) and we have obtained cyclic groups by taking the multiplicative order of this matrix according to m. Finally, we have reached that the periods of the Narayana-Padovan sequence according to modulo m are equal to the order of the cyclic groups obtained.

REFERENCES

Aydın , H., & Dikici, R. (1998). General Fibonacci Sequences in Finite Groups. *Fibonacci Quarterly, 36*(3), 216-221.

Campbell, C., Doostie, H., & Robertson, E. (1990). Fibonacci Length of Generating Pairs in Groups. *In: Applications of Fibonacci Numbers*, 27-35.

Deveci, Ö., Aküzüm, Y. & Karaduman, E. (2015). The Pell-Padovan *p*-sequences and its applications. *Utilitas Mathematica, 98*, 327-347.

Erdağ, Ö., & Deveci, Ö. (2022). The Narayana-Padovan Sequence and its Binet Formulas. Al-Farabi 4th International Congress on Applied Sciences, Erzurum, Turkey.

Deveci, Ö., & Shannon, A. G. (2017). Pell–Padovan-circulant sequences and their applications. *Notes on Number Theory and Discrete Mathematics, 23*(3), 100-114.

Doostie, H., & Campbell, C. (2000). Fibonacci Length of Automorphism Groups Involving Tribonacci Numbers. *Vietnam Journal of Mathematics, 28*(1), 57-65.

Knox, S. (1992). Fibonacci Sequencesin Finite Groups. *Fibonacci Quarterly, 30*(2), 116-120.

Lü, K., & Wang, J. (2007). k-step Fibonacci Sequences Modulo m. *Utilitas Mathematica, 71*, 169-178.

Wall, D. (1960). Fibonacci Series Modulo *m*. *American Mathematical Monthly, 67*(6), 525-532.

Wilcox, H. (1986). Fibonacci Sequences of Period in Groups. *Fibonacci Quarterly, 24*(4), 356-361.

THE REPRESENTATIONS AND FINITE SUMS OF THE NARAYANA-PADOVAN NUMBERS

Res. Assist., Özgür ERDAĞ[1], Prof. Dr., Ömür DEVECİ[2]
[1]Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
-0000-0001-8071-6794
[2]Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
-0000-0001-5870-5298

ABSTRACT
As it is known, it is a frequently encountered situation in modern science that homogeneous linear recurrence sequences are used to solve some problems in different disciplines or that various problems in different scientific disciplines are directly constructed by considering the structural features of these sequences. Several authors have defined some linear recurrence sequences and given their various properties by matrix methods. Many authors have also obtained various structural properties of these sequences such as exponential, permanental, determinantal and combinational representations, and finite sums by using the generating matrix and generating function of recurrence sequences in an algebraic sense, and such studies are still up to date. In this study, we consider the Narayana-Padovan numbers. Furthermore, we derive the permanental and the determinantal representations of the Narayana-Padovan numbers by using certain matrices which are obtained from the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence. Finally, we obtain the combinatorial and exponential representations and the finite sums of the Narayana-Padovan numbers by the aid of the generating function and the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence.

Keywords: The Narayana-Padovan numbers, Matrix, Representation, Sum.

1. INTRODUCTION

Erdağ and Deveci (Deveci & Erdağ, 2022) defined the Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ by the following homogeneous linear recurrence relation:

$$n_{k+6}^{Pa} = n_{k+5}^{Pa} + n_{k+4}^{Pa} + n_{k+3}^{Pa} - n_{k+2}^{Pa} - n_{k+1}^{Pa} - n_k^{Pa}$$

for $k \geq 0$ and with initial conditions $n_0^{Pa} = \mathrm{L} = n_4^{Pa} = 0$ and $n_5^{Pa} = 1$.

Also in (Deveci & Erdağ, 2022), they gave the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence $\left\{n_k^{Pa}\right\}$ as follows:

$$N^{Pa}=\begin{bmatrix}1&1&1&-1&-1&-1\\1&0&0&0&0&0\\0&1&0&0&0&0\\0&0&1&0&0&0\\0&0&0&1&0&0\\0&0&0&0&1&0\end{bmatrix}.$$

The matrix $N^{Pa}=\left[n_{ij}\right]_{6\times 6}$ is called as a Narayana-Padovan matrix. By an inductive argument, we obtain that

$$\left(N^{Pa}\right)^{\alpha}=\begin{bmatrix}n_{\alpha+5}^{Pa}&n_{\alpha+6}^{Pa}-n_{\alpha+5}^{Pa}&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+4}^{Pa}+n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+4}^{Pa}+n_{\alpha+3}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+4}^{Pa}\\n_{\alpha+4}^{Pa}&n_{\alpha+5}^{Pa}-n_{\alpha+4}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+3}^{Pa}+n_{\alpha+2}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+3}^{Pa}\\n_{\alpha+3}^{Pa}&n_{\alpha+4}^{Pa}-n_{\alpha+3}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}+n_{\alpha-4}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+2}^{Pa}+n_{\alpha+1}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+2}^{Pa}\\n_{\alpha+2}^{Pa}&n_{\alpha+3}^{Pa}-n_{\alpha+2}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-3}^{Pa}+n_{\alpha-4}^{Pa}+n_{\alpha-5}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha+1}^{Pa}+n_{\alpha}^{Pa}\right)&-n_{\alpha+1}^{Pa}\\n_{\alpha+1}^{Pa}&n_{\alpha+2}^{Pa}-n_{\alpha+1}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-4}^{Pa}+n_{\alpha-5}^{Pa}+n_{\alpha-6}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha}^{Pa}+n_{\alpha-1}^{Pa}\right)&-n_{\alpha}^{Pa}\\n_{\alpha}^{Pa}&n_{\alpha+1}^{Pa}-n_{\alpha}^{Pa}&-\left(n_{\alpha-5}^{Pa}+n_{\alpha-6}^{Pa}+n_{\alpha-7}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}+n_{\alpha-3}^{Pa}\right)&-\left(n_{\alpha-1}^{Pa}+n_{\alpha-2}^{Pa}\right)&-n_{\alpha-1}^{Pa}\end{bmatrix}.$$

for $\alpha\geq 7$. Also, It is easy to see that $\det N^{Pa}=1$.

In the literature, many authors studied number theoretic properties such as these obtained from homogeneous linear recurrence relations relevant to this paper; see for example: (Bradie, 2010; Devaney, 1999; Frey & Sellers, 2000; Shannon, Horadam, & Anderson, 2006). In (Deveci & Karaduman, 2017; Erdağ & Deveci, 2020; Gogin & Myllari, 2007; Kilic, 2008; Kilic & Tasci, 2006; Kılıc, 2009; Shannon, Erdag, & Deveci, 2021), the authors defined some linear recurrence sequences and gave their various properties by matrix methods. In this study, we consider the Narayana-Padovan sequence. Furthermore, we obtain the permanental and the determinantal representations of the Narayana-Padovan numbers by using certain matrices which are obtained from the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence. Finally, we give the combinatorial and exponential representations and the finite sums of the Narayana-Padovan numbers by the aid of the generating function and the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence.

2. MAIN RESULTS AND PROOFS

Definition 2.1. A $u\times v$ real matrix $M=\left[m_{i,j}\right]$ is called a contractible matrix in the kth column (resp. row.) if the kth column (resp. row.) contains exactly two non-zero entries.

Suppose that $x_1,x_2,\ldots,x_u$ are row vectors of the matrix M. If M is contractible in the kth column such that $m_{i,k}\neq 0, m_{j,k}\neq 0$ and $i\neq j$, then the $(u-1)\times(v-1)$ matrix $M_{ij:k}$ is obtained from M by replacing the ith row with $m_{i,k}x_j+m_{j,k}x_i$ and deleting the jth row. The kth column is called the contraction in the kth column relative to the ith row and the jth row.

In (Brualdi & Gibson, 1997), Brualdi and Gibson obtained that $per(M) = per(N)$ if M is a real matrix of order $\alpha > 1$ and N is a contraction of M.

Now we concentrate on finding relationships among the Narayana-Padovan numbers and the permanents of certain matrices which are obtained by using the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence.

Let $K_t^{Pa} = \left[k_{ij}^{(t)}\right]$ be the $t \times t$ super-diagonal matrix, defined by

$$k_{ij}^{(t)} = \begin{cases} 1, & \text{if } i = \rho \text{ and } j = \rho \text{ for } 1 \le \rho \le t, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 1 \text{ for } 1 \le \rho \le t-1, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 2 \text{ for } 1 \le \rho \le t-2 \\ & \text{and} \\ & i = \rho + 1 \text{ and } j = \rho \text{ for } 1 \le \rho \le t-1, \\ -1, & \text{if } i = \rho \text{ and } j = \rho + 3 \text{ for } 1 \le \rho \le t-3, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 4 \text{ for } 1 \le \rho \le t-4 \\ & \text{and} \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 5 \text{ for } 1 \le \rho \le t-5, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

for $t \ge 6$. Then we have the following Theorem.

Theorem 2.1. For $t \ge 6$,

$$perK_t^{Pa} = n_{t+5}^{Pa}.$$

Proof. Let us consider matrix K_t^{Pa} and the equation be hold for $t \ge 6$. Then we show that the equation holds for $t+1$. If we expand the $perK_t^{Pa}$ by the Laplace expansion of permanent with respect to the first row, then we obtain

$$perK_{t+1}^{Pa} = perK_t^{Pa} + perK_{t-1}^{Pa} + perK_{t-2}^{Pa} - perK_{t-3}^{Pa} - perK_{t-4}^{Pa} - perK_{t-5}^{Pa}.$$

Since

$$perK_t^{Pa} = n_{t+5}^{Pa},$$
$$perK_{t-1}^{Pa} = n_{t+4}^{Pa},$$
$$perK_{t-2}^{Pa} = n_{t+3}^{Pa},$$
$$perK_{t-3}^{Pa} = n_{t+2}^{Pa},$$
$$perK_{t-4}^{Pa} = n_{t+1}^{Pa}$$

and

$$perK_{t-5}^{Pa} = n_t^{Pa}$$

we easily obtain that $perK_{t+1}^{Pa} = n_{t+6}^{Pa}$. So the proof is complete. □

Let $L_t^{Pa} = \left[l_{ij}^{(t)} \right]$ be the $t \times t$ matrix, defined by

$$l_{ij}^{(t)} = \begin{cases} 1, & \text{if } i = \rho \text{ and } j = \rho \text{ for } 1 \le \rho \le t, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 1 \text{ for } 1 \le \rho \le t-2, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 2 \text{ for } 1 \le \rho \le t-3 \\ & \text{and} \\ & i = \rho + 1 \text{ and } j = \rho \text{ for } 1 \le \rho \le t-2, \\ -1, & \text{if } i = \rho \text{ and } j = \rho + 3 \text{ for } 1 \le \rho \le t-4, \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 4 \text{ for } 1 \le \rho \le t-5 \\ & \text{and} \\ & i = \rho \text{ and } j = \rho + 5 \text{ for } 1 \le \rho \le t-5, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

for $t \ge 6$. Then we have the following Theorem.

Theorem 2.2. For $t \ge 6$,

$$perL_t^{Pa} = n_{t+4}^{Pa}.$$

Proof. Let us consider matrix L_t^{Pa} and the equation be hold for $t \ge 6$. Then we show that the equation holds for $t+1$. If we expand the $perL_t^{Pa}$ by the Laplace expansion of permanent with respect to the first row, then we obtain

$$perL_{t+1}^{Pa} = perL_t^{Pa} + perL_{t-1}^{Pa} + perL_{t-2}^{Pa} - perL_{t-3}^{Pa} - perL_{t-4}^{Pa} - perL_{t-5}^{Pa}.$$

Since

$$perL_t^{Pa} = n_{t+4}^{Pa},$$
$$perL_{t-1}^{Pa} = n_{t+3}^{Pa},$$
$$perL_{t-2}^{Pa} = n_{t+2}^{Pa},$$
$$perL_{t-3}^{Pa} = n_{t+1}^{Pa},$$
$$perL_{t-4}^{Pa} = n_t^{Pa}$$

and

$$perL_{t-5}^{Pa} = n_{t-1}^{Pa}$$

we easily obtain that $perL_{t+1}^{Pa} = n_{t+5}^{Pa}$. So the proof is complete. □

Assume that $M_t^{Pa} = \left[m_{ij}^{(t)} \right]$ is the $t \times t$ matrix, defined by

$$M_t^{Pa} = \begin{array}{c} \\ \begin{bmatrix} 1 & \mathrm{L} & \overset{(t-1)\mathrm{th}}{\overset{\downarrow}{1}} & 0 \\ 1 & & & \\ 0 & & L_{t-1}^{Pa} & \\ \mathrm{M} & & & \\ 0 & & & \end{bmatrix} \end{array}$$

for $t > 6$, then we have the following results:

Theorem 2.3. For $t > 6$,

$$perM_t^{Pa} = \sum_{i=0}^{t+3} n_i^{Pa} .$$

Proof. If we extend $perM_t^{Pa}$ with respect to the first row, we write

$$perM_t^{Pa} = perM_{t-1}^{Pa} + perL_{t-1}^{Pa}$$

Thus, by the results and an inductive argument, the proof is easily seen. □

A matrix B is called convertible if there is an $n \times n$ $(1,-1)$-matrix C such that $perB = \det(B \mathrm{o} C)$, where $B \mathrm{o} C$ denotes the Hadamard product of B and C.

Now we give relationships among the Narayana-Padovan numbers and the determinants of certain matrices which are obtained by using the matrices K_t^{Pa}, L_t^{Pa} and M_t^{Pa}. Let $t > 6$ and let R be the $t \times t$ matrix, defined by

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ \mathrm{M} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{M} \\ 1 & \mathrm{L} & 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Corollary 2.1. For $t > 6$,

$$\det\left(K_t^{Pa} \mathrm{o} R\right) = n_{m+5}^{Pa},$$

$$\det\left(L_t^{Pa} \mathrm{o} R\right) = n_{m+4}^{Pa}$$

and

$$\det\left(M_t^{Pa} \mathrm{o} R\right) = \sum_{i=0}^{t+3} n_i^{Pa} .$$

Proof. Since $perK_t^{Pa} = \det\left(K_t^{Pa} \mathrm{o} R\right)$, $perL_t^{Pa} = \det\left(L_t^{Pa} \mathrm{o} R\right)$ and $perM_t^{Pa} = \det\left(M_t^{Pa} \mathrm{o} R\right)$ for $t > 6$, by Theorem 2.1., Theorem 2.2. and Theorem 2.3., we have the conclusion. □

Let $K(k_1,k_2,\ldots,k_v)$ be a $v\times v$ companion matrix as follows:

$$K(k_1,k_2,\ldots,k_v)=\begin{bmatrix} k_1 & k_2 & \cdots & k_v \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

For more details on the companion type matrices, see (Lancaster & Tismenetsky, 1985; Lidl & Niederreiter, 1986).

Theorem 2.4. (Chen and Louck (Chen & Louck, 1996)) The (i,j) entry $k_{i,j}^{(n)}(k_1,k_2,\ldots,k_v)$ in the matrix $K^n(k_1,k_2,\ldots,k_v)$ is given by the following formula:

$$k_{i,j}^{(n)}(k_1,k_2,\ldots,k_v)=\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_v)}\frac{t_j+t_{j+1}+\cdots+t_v}{t_1+t_2+\cdots+t_v}\times\binom{t_1+\cdots+t_v}{t_1,\ldots,t_v}k_1^{t_1}\cdots k_v^{t_v} \tag{2.1}$$

where the summation is over nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\cdots+vt_v=n-i+j$, $\binom{t_1+\cdots+t_v}{t_1,\ldots,t_v}=\frac{(t_1+\cdots+t_v)!}{t_1!\cdots t_v!}$ is a multinomial coefficient, and the coefficients in (2.1) are defined to be 1 if $n=i-j$.

Then we can give other combinatorial representations than for the Narayana-Padovan numbers by the following Corollary.

Corollary 2.2. Let n_k^{Pa} be the kth the Narayana-Padovan number for $\alpha\geq 7$. Then

i.

$$n_k^{Pa}=\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_6)}\binom{t_1+t_2+\cdots+t_6}{t_1,t_2,\ldots,t_6}(-1)^{t_4+t_5+t_6}$$

where the summation is over nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\cdots+6t_6=\alpha-5$.

ii.

$$n_k^{Pa}=-\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_6)}\frac{t_6}{t_1+t_2+\cdots+t_6}\times\binom{t_1+t_2+\cdots+t_6}{t_1,t_2,\ldots,t_6}(-1)^{t_4+t_5+t_6}$$

where the summation is over nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\cdots+6t_6=\alpha+1$.

Proof. If we take $i=6$, $j=1$ for the case i. and $i=5$, $j=6$ for the case ii. in Theorem 2.4., then we can directly see the conclusions from $\left(N^{Pa}\right)^{\alpha}$. □

It is easy to see that the generating function of the Narayana-Padovan sequence $\{n_n^{Pa}\}$ is as follows:

$$g(x)=\frac{x^5}{1-x-x^2-x^3+x^4+x^5+x^6},\ \left(0\leq x+x^2+x^3-x^4-x^5-x^6<1\right).$$

Now considering the function $g(x)$, we can give an exponential representation for the Narayana-Padovan sequence by the following Theorem.

Theorem 2.5. Let $g(x)$ be generating function for the Narayana-Padovan sequence. The exponential representation for the Narayana-Padovan sequence is as follows:

$$g(x) = x^5 \exp\left(\sum_{i=1}^{\infty} \frac{(x)^i}{i} \left(1 + x + x^2 - x^3 - x^4 - x^5\right)^i \right).$$

Proof. Since

$$\ln \frac{g(x)}{x^5} = -\ln\left(1 - x - x^2 - x^3 + x^4 + x^5 + x^6\right)$$

and

$$\ln\left(1 - x - x^2 - x^3 + x^4 + x^5 + x^6\right) = -\left[x\left(1 + x + x^2 - x^3 - x^4 - x^5\right) + \frac{1}{2} x^2 \left(1 + x + x^2 - x^3 - x^4 - x^5\right)^2 + \mathrm{L} \right.$$
$$\left. + \frac{1}{i} x^i \left(1 + x + x^2 - x^3 - x^4 - x^5\right)^i \right]$$

by a simple calculation, we obtain the conclusion. □

Now we consider the finite sums of the Narayana-Padovan numbers. Let

$$S_\alpha = \sum_{i=0}^{\alpha} n_i^{Pa}$$

for $\alpha \geq 7$, and suppose that A^{Pa} is the 7×7 matrix, such that

$$A^{Pa} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \mathrm{L} & 0 & 0 \\ 1 & & & & \\ 0 & & N^{Pa} & & \\ \mathrm{M} & & & & \\ 0 & & & & \end{bmatrix}.$$

Then by the inductive argument, we write

$$\left(A^{Pa}\right)^\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \mathrm{L} & 0 & 0 \\ S_{\alpha+4} & & & & \\ S_{\alpha+3} & & \left(N^{Pa}\right)^\alpha & & \\ \mathrm{M} & & & & \\ S_{\alpha-1} & & & & \end{bmatrix}.$$

3. CONCLUSION

In this study, we considered a sequence called the Narayana-Padovan sequence by using the characteristic polynomials of the Narayana sequence and Padovan sequence. Furthermore, using the generating matrix of the Narayana-Padovan sequence, we obtained some new structural properties of the Narayana-Padovan numbers such as the generating function, the permanental, determinantal, combinatorial, exponential representations, and the finite sums.

REFERENCES

Bradie, B. (2010). Extension and refinements of some properties of sums involving Pell number. *Missouri J.Math. Sci.*, *22*(1), 37-43.

Brualdi, R., & Gibson, P. (1997). Convex polyhedra of doubly stochastic matrices I: applications of permanent function. *J. Combin. Theory, Series A*, *22*(2), 194-230.

Chen, W., & Louck, J. (1996). The combinatorial power of the companion matrix. *Linear Algebra Appl.*, *232*, 261-278.

Devaney, R. L. (1999). The Mandelbrot Set, the Farey Tree, and the Fibonacci Sequence. *Amer. Math. Monthly*, *106*(4), 289-302.

Deveci, Ö., & Karaduman, E. (2017). On the Padovan p-numbers. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, *46*(4), 579-592.

Erdağ, Ö., & Deveci, Ö. (2022). The Narayana-Padovan Sequence and its Binet Formulas. Al-Farabi 4th International Congress on Applied Sciences, Erzurum, Turkey.

Erdağ, Ö. & Deveci, Ö. (2020). On The Connections Between Padovan Numbers and Padovan p-Numbers. *International Journal of Open Problems in Computer Science and Mathematics*, *13*(4), 33-47.

Frey, D., & Sellers, J. (2000). Jacobsthal numbers and alternating sign matrices. *J. Integer Seq.*, *3*, Article 00.2.3.

Gogin, N. & Myllari, A. A. (2007). The Fibonacci-Padovan sequence and MacWilliams transform matrices. Programing and Computer Software, published in Programmirovanie, *33*(2), 74-79.

Kalman, D. (1982). Generalized Fibonacci numbers by matrix methods. *Fibonacci Quart.*, *20*(1), 73-76.

Kilic, E. (2008). The Binet fomula, sums and representations of generalized Fibonacci p-numbers. *European Journal of Combinatorics*, *29*, 701-711.

Kılıc, E. (2009). The generalized Pell (p,i)-numbers and their Binet formulas, combinatorial representations, sums. *Chaos, Solitons Fractals*, *40*(4), 2047-2063.

Kilic, E., & Tasci, D. (2006). The generalized Binet formula, representation and sums of the generalized order-k Pell numbers. *Taiwanese J. Math.*, *10*(6), 1661-1670.

Lancaster, P., & Tismenetsky, M. (1985). *The theory of matrices: with applications.* Elsevier.

Lidl, R., & Niederreiter, H. (1986). *Introduction to finite fields and their applications.* Cambridge UP.

Shannon, A. G., Horadam, A. F., & Anderson, P. G. (2006). The Auxiliary Equation Associated with the Plastic Number. *Notes on Number Theory and Discrete Mathematics*, *12*(1), 1-12.

Shannon, A., Erdag, O., & Deveci, O. (2021). On the connections between Pell numbers and Fibonacci p-numbers. *Notes on Number Theory and Discrete Mathematics*, *27*(1), 148-160.

THE NARAYANA-JACOBSTHAL SEQUENCE MODULO *m*

Asst. Prof. Dr. Yeşim Aküzüm
Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
yesim_036@hotmail.com-0000-0001-7168-8429

ABSTRACT

Many authors have studied some special linear recurrence sequences in algebraic structures. The study of recurrence sequences in groups first began with Fibonacci sequences and the ordinary Fibonacci sequences in cyclic groups were investigated. Then, the concept was extended to some special linear recurrence sequences by many studies. Again in this sense, many studies in the literature obtained the rules for the orders of the cyclic groups generated by reducing the generating matrix of the sequence according to modulo m. Given an integer matrix $A=\left[a_{ij}\right]$, $A(modm)$ means that all entries of A are modulo m, that is $A(modm)=\left(a_{ij}(modm)\right)$. Since consider the set $\langle A\rangle_m=\left\{A^i(\bmod m)\,\middle|\, i\geq 0\right\}$, if $\gcd(m,\det A)=1$, then the set $\langle A\rangle_m$ is a cyclic group; if $\gcd(m,\det A)\neq 1$, then the set $\langle A\rangle_m$ is a semigroup. In this study, we consider the Narayana-Jacobsthal sequence and then, we study the Narayana-Jacobsthal matrix, which is the generating matrix of the Narayana-Jacobsthal sequence. Furthermore, we obtain the semigroups which are generated by the multiplicative orders of the Narayana-Jacobsthal matrix when read modulo m. Then, we study the Narayana-Jacobsthal sequence according to modulo m and we obtain the periods of the Narayana-Jacobsthal sequence when read modulo m. Finally, we derive the relationship between the order of the semigroups obtained and the periods of the Narayana-Jacobsthal sequence according to modulo m.

Keywords: The Narayana-Jacobsthal number, Representation, Sum.

1. INTRODUCTION

The Narayana-Jacobsthal sequence is defined (Deveci & Akuzum, 2022) by the following homogeneous linear recurrence relation for $k\geq 0$

$$n_{k+5}^J=2n_{k+4}^J+n_{k+3}^J-n_{k+2}^J-n_{k+1}^J-2n_k^J \tag{1.1}$$

with initial conditions $n_0^J=n_1^J=n_2^J=n_3^J=0$ and $n_4^J=1$.

Also in (Deveci & Akuzum, 2022), they gave the generating matrices of the Narayana-Jacobsthal sequence as shown:

$$N^J = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{5\times 5}.$$

Then, for $\alpha \geq 3$, they obtained that

$$\left(N^J\right)^\alpha = \begin{bmatrix} n^J_{\alpha+4} & n^J_{\alpha+5}-2n^J_{\alpha+4} & -n^J_{\alpha+3}-n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -n^J_{\alpha+3}-2n^J_{\alpha+2} & -2n^J_{\alpha+3} \\ n^J_{\alpha+3} & n^J_{\alpha+4}-2n^J_{\alpha+3} & -n^J_{\alpha+2}-n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -2n^J_{\alpha+2} \\ n^J_{\alpha+2} & n^J_{\alpha+3}-2n^J_{\alpha+2} & -n^J_{\alpha+1}-n^J_{\alpha}-2n^J_{\alpha-1} & -n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -2n^J_{\alpha+1} \\ n^J_{\alpha+1} & n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -n^J_{\alpha}-n^J_{\alpha-1}-2n^J_{\alpha-2} & -n^J_{\alpha}-2n^J_{\alpha-1} & -2n^J_{\alpha} \\ n^J_{\alpha} & n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -n^J_{\alpha-1}-n^J_{\alpha-2}-2n^J_{\alpha-3} & -n^J_{\alpha-1}-2n^J_{\alpha-2} & -2n^J_{\alpha-1} \end{bmatrix}.$$

It is important to note that $\det N^J = -2$.

Many authors have studied some special linear recurrence sequences in algebraic structures. The study of recurrence sequences in groups first began with Fibonacci sequences and the ordinary Fibonacci sequences in cyclic groups were investigated. Then, the concept was extended to some special linear recurrence sequences by many studies (Deveci & Karaduman, 2012; Deveci & Karaduman, 2015; Dikici & Smith, 1997; Dostie & Hashemi, 2006; Knox, 1992; Lü & Wang, 2007; Ozkan, Aydin, & Dikici, 2003; Wall, 1960; Wilcox, 1986). Again in this sense, many studies in the literature obtained the rules for the orders of the cyclic groups generated by reducing the generating matrix of the sequence according to modulo m. In this study, we consider the Narayana-Jacobsthal sequence and then, we study the Narayana-Jacobsthal matrix. Furthermore, we obtain the semigroups which are generated by the multiplicative orders of the Narayana-Jacobsthal matrix when read modulo m. Then, we study the Narayana-Jacobsthal sequence according to modulo m and we obtain the periods of the Narayana-Jacobsthal sequence when read modulo m. Finally, we derive the relationship between the order of the semigroups obtained and the periods of the Narayana-Jacobsthal sequence according to modulo m.

2. MAIN RESULTS AND PROOFS

Given an integer matrix $A=\left[a_{ij}\right]$, $A(modm)$ means that all entries of A are modulo m, that is $A(modm)=\left(a_{ij}(modm)\right)$. Since consider the set $\langle A\rangle_m = \left\{A^i(\bmod m) \middle| \, i\geq 0\right\}$, if $\gcd(m,\det A)=1$, then the set $\langle A\rangle_m$ is a cyclic group; if $\gcd(m,\det A)\neq 1$, then the set $\langle A\rangle_m$ is a semigroup. Let the notation $\left|\langle A\rangle_m\right|$ denote the order of the set $\langle A\rangle_m$.

Since $\det N^J = -2$, it is clear that the set $\langle N^J \rangle_m$ is a cyclic group if $\gcd(m, \det N^J) = 1$ and $\langle N^J \rangle_m$ is a semigroup if $\gcd(m, \det N^J) \neq 1$.

Theorem 2.1. Let r be a prime and let $\langle N^J \rangle_{r^m}$ be cyclic groups. If p is the largest positive integer such that $\left|\langle N^J \rangle_r\right| = \left|\langle N^J \rangle_{r^p}\right|$, then $\left|\langle N^J \rangle_{r^q}\right| = r^{q-p}\left|\langle N^J \rangle_r\right|$ for every $q \geq p$. In particular, if $\left|\langle N^J \rangle_r\right| \neq \left|\langle N^J \rangle_{r^2}\right|$, then $\left|\langle N^J \rangle_{r^q}\right| = r^{q-1}.\left|\langle N^J \rangle_r\right|$ for every $q \geq 2$.

Proof. Suppose that b is a positive integer and $\left|\langle N^J \rangle_{r^m}\right|$ is denoted by $h(r^m)$. Since $(N^J)^{h(r^{b+1})} \equiv I \pmod{r^{b+1}}$, we can write $(N^J)^{h(r^{b+1})} \equiv I \pmod{r^b}$. where I is the 5×5 identity matrix. Thus we get that $h(r^{b+1})$ is divisible by $h(r^b)$. On the other hand, writing $(N^J)^{h(r^b)} = I + \left((n_{ij}^J)^b r^b \right)$ where $(n_{ij}^J)^b$ is the (i, j) entry of the matrix $(N^J)^b$, we may write

$$(N^J)^{h(r^b)\cdot r} = \left(I + \left((n_{ij}^J)^b r^b \right)\right)^r = \sum_{i=0}^{r} \binom{r}{i} \left((n_{ij}^J)^b \cdot r^b \right)^i \equiv I \pmod{r^{b+1}}$$

by the binomial expansion. This yields that $h(r^{b+1})$ divides $h(r^b)\cdot r$. Therefore, $h(r^{b+1}) = h(r^b)$ or $h(r^{b+1}) = h(r^b)\cdot r$, and the latter holds if and only if there is an $(n_{ij}^J)^b$ which is not divisible by r. Since y is the largest positive integer such that $h(r) = h(r^y)$, we have $h(r^y) \neq h(r^{y+1})$. Then there is an $(n_{ij}^J)^{y+1}$ which is not divisible by r. So we get that $h(r^{y+1}) \neq h(r^{y+2})$. To complete the proof we may use an inductive method on y. □

Reducing the Narayana-Jacobsthal sequence $\{n_k^J\}$ by a modulus m, we obtain the following repeating sequence:

$$\{n_k^{J,m}\} = \{n_0^{J,m}, n_1^{J,m}, n_2^{J,m}, \ldots, n_i^{J,m}, \ldots\}$$

where $n_k^{J,m} = n_k^J \ (mod m)$. It has the same recurrence relation as in (1.1).

A sequence is periodic if, after a certain point, it consists only of repetitions of a fixed subsequence. The number of elements in the shortest repeating subsequence is called the period of the sequence. A sequence is simply periodic with period k if the first k elements in the sequence form a repeating subsequence.

Theorem 2.2. The sequence $\left\{n_k^{J,m}\right\}$ is periodic for every positive integer m.

Proof. Let $Q=\left\{(q_0,q_1,q_2,q_3,q_4)\right|\ 0\le q_i\le m-1\}$. Then, we have $|Q|=m^5$. Since there are m^5 distinct 5-tuples of elements of $\mathbb{Z}_m$, at least one of the 5-tuples appear twice in the sequence $\left\{n_k^{J,m}\right\}$. Thus, the subsequence following this 5-tuple repeats; that is the sequence $\left\{n_k^{J,m}\right\}$ is periodic. □

The period of the sequence $\left\{n_k^{J,m}\right\}$ is denoted by $l(m)$.

Theorem 2.3. If $m=\prod_{i=1}^{t}(r_i)^{\lambda_i}$, $(t\ge 1)$ where r_i's are distinct primes. Then

$$l(m)=lcm\left[l\left((r_1)^{\lambda_1}\right),l\left((r_2)^{\lambda_2}\right),\ldots,l\left((r_t)^{\lambda_t}\right)\right].$$

Proof. Since $l\left((r_i)^{\lambda_i}\right)$ is the length of the period of the sequence $\left\{n_k^{J,(r_i)^{\lambda_i}}\right\}$, the sequence repeats only after blocks of length $\alpha.l\left((r_i)^{\lambda_i}\right)$, $(\alpha\in\mathbb{N})$. In addition, $l(m)$ is the length of the period $\left\{n_k^{J,m}\right\}$, which implies that $\left\{n_k^{J,(r_i)^{\lambda_i}}\right\}$ repeats after $l(m)$ for all values i. Thus $l(m)$ is the form $\alpha.l\left((r_i)^{\lambda_i}\right)$ for all values of i, and since any such number gives a period of $\left\{n_k^{J,m}\right\}$. So we obtain

$$l(m)=lcm\left[l\left((r_1)^{\lambda_1}\right),l\left((r_2)^{\lambda_2}\right),\ldots,l\left((r_t)^{\lambda_t}\right)\right].$$

3. CONCLUSION

In this study, we have studied the multiplicative orders of the matrix called the the Narayana-Jacobsthal matrix which is the generating matrix of the the Narayana-Jacobsthal numbers. Furthermore, we have obtained the semigroups by reducing this generating matrix according to modulo m. Also, we have considered the Narayana-Jacobsthal numbers according to modulo m. Finally, we derive the relationship between the order of the semigroups obtained and the periods of the Narayana-Jacobsthal sequence according to modulo m.

REFERENCES

Deveci, O., & Akuzum, Y. (2022). The Narayana-Jacobsthal Sequence and its Binet Formulas. *Al Farabi 4th International Congress on Applied Sciences*, Erzurum, Turkey.

Deveci, O., & Karaduman, E. (2012). The cyclic groups via the Pascal matrices and the generalized Pascal matrices. *Linear algebra and its applications, 437*(10), 2538-2545.

Deveci, O., & Karaduman, E. (2015). The Pell Sequences in Finite Groups. *Utilitas Mathematica, 96*, 263-276.

Dikici, R., & Smith, G. (1997). Fibonacci sequences in finite nilpotent groups. *Turkish Journal of Mathematics, 21*, 133-142.

Doostie, H., & Hashemi, M. (2006). Fibonacci lengths involving the Wall number k(n). *Journal of Applied Mathematics and Computing, 20*(1), 171-180.

Knox, S. (1992). Fibonacci Sequences in Finite Groups. *Fibonacci Quarterly, 30*, 116-120.

Lü, K., & Wang, J. (2007). k-step Fibonacci Sequence Modulo m. *Utilitas Mathematica, 71*, 169-178.

Ozkan, E., Aydin, H., & Dikici, R. (2003). 3-step Fibonacci series modulo m. *Applied Mathematics and Computation, 143*, 165-172.

Wall, D. D. (1960). Fibonacci series modulo m. *The American Mathematical Monthly, 67*, 525-532.

Wilcox, H. (1986). Fibonacci Sequences of Period n in Groups. *Fibonacci Quart, 24*(4), 356-361.

THE REPRESENTATIONS AND FINITE SUMS OF THE NARAYANA-JACOBSTHAL NUMBERS

Asst. Prof. Dr. Yeşim Aküzüm
Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics,
yesim_036@hotmail.com-0000-0001-7168-8429

ABSTRACT

Number theoretic properties such as these obtained from homogeneous linear recurrence relations relevant to this paper have been studied by many authors. It is defined some linear recurrence sequences and given their various properties by matrix methods in many works. Many scientists have also obtained various structural properties of these sequences such as the Binet formula, exponential, permanental, and combinational representations by using the generator matrix and generator function of the algebraic reduction sequences. In this study, we consider the Narayana-Jacobsthal matrix, which is the generating matrix of the Narayana-Jacobsthal numbers. Firstly, we give relationships among the Narayana-Jacobsthal numbers and the permanents and the determinants of certain matrices which are produced by using the generating matrices of the Narayana-Jacobsthal sequence. Also, we obtain the generating function of the Narayana-Jacobsthal numbers. Then, we derive the exponential representation for these numbers using obtained the generating function. Finally, we obtain the combinatorial representations and the finite sums of the Narayana-Jacobsthal numbers with the aid of the generating function and the generating matrix of the Narayana-Jacobsthal sequence.

Keywords: The Narayana-Jacobsthal number, Representation, Sum.

1. INTRODUCTION

The Narayana-Jacobsthal sequence is defined (Deveci & Akuzum, 2022) by the following homogeneous linear recurrence relation for $k \geq 0$

$$n_{k+5}^{J} = 2n_{k+4}^{J} + n_{k+3}^{J} - n_{k+2}^{J} - n_{k+1}^{J} - 2n_{k}^{J}$$

with initial conditions $n_0^J = n_1^J = n_2^J = n_3^J = 0$ and $n_4^J = 1$.

Also in (Deveci & Akuzum, 2022) they gave the generating matrices of the Narayana-Jacobsthal sequence as shown:

$$N^J = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{5\times 5}.$$

Then, for $\alpha \geq 3$, they obtained that

$$\left(N^J\right)^\alpha = \begin{bmatrix} n^J_{\alpha+4} & n^J_{\alpha+5}-2n^J_{\alpha+4} & -n^J_{\alpha+3}-n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -n^J_{\alpha+3}-2n^J_{\alpha+2} & -2n^J_{\alpha+3} \\ n^J_{\alpha+3} & n^J_{\alpha+4}-2n^J_{\alpha+3} & -n^J_{\alpha+2}-n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -2n^J_{\alpha+2} \\ n^J_{\alpha+2} & n^J_{\alpha+3}-2n^J_{\alpha+2} & -n^J_{\alpha+1}-n^J_{\alpha}-2n^J_{\alpha-1} & -n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -2n^J_{\alpha+1} \\ n^J_{\alpha+1} & n^J_{\alpha+2}-2n^J_{\alpha+1} & -n^J_{\alpha}-n^J_{\alpha-1}-2n^J_{\alpha-2} & -n^J_{\alpha}-2n^J_{\alpha-1} & -2n^J_{\alpha} \\ n^J_{\alpha} & n^J_{\alpha+1}-2n^J_{\alpha} & -n^J_{\alpha-1}-n^J_{\alpha-2}-2n^J_{\alpha-3} & -n^J_{\alpha-1}-2n^J_{\alpha-2} & -2n^J_{\alpha-1} \end{bmatrix}. \quad (1.1)$$

Number theoretic properties such as these obtained from homogeneous linear recurrence relations relevant to this paper have been studied by many authors (Deveci, Akuzum, & Karaduman, 2015; Doostie & Campbell, 2006; Frey & Sellers, 2000; Gogin & Myllari, 2007; Kilic, 2009; Stakhov & Rozin, 2006; Tuglu, Kocer, & Stakhov, 2011). It is defined some linear recurrence sequences and given their various properties by matrix methods in many works. Many scientists have also obtained various structural properties of these sequences such as the Binet formula, exponential, permanental, and combinational representations by using the generator matrix and generator function of the algebraic reduction sequences. In this study, we give relationships among the Narayana-Jacobsthal numbers and the permanents and the determinants of certain matrices which are produced by using the generating matrices of the Narayana-Jacobsthal sequence. Also, we obtain the generating function of the Narayana-Jacobsthal numbers and derive the exponential representation for these numbers using obtained the generating function. Finally, we obtain the combinatorial representations and the finite sums of the Narayana-Jacobsthal numbers with the aid of the generating function and the generating matrix of the Narayana-Jacobsthal sequence.

2. MAIN RESULTS AND PROOFS

Definition 2.1. A $u\times v$ real matrix $M=\left[m_{i,j}\right]$ is called a contractible matrix in the kth column (resp. row) if the kth column (resp. row) contains exactly two non-zero entries.
Suppose that $x_1, x_2, \ldots, x_u$ are row vectors of the matrix M. If M is contractible in the kth column such that $m_{i,k}\neq 0, m_{j,k}\neq 0$ and $i\neq j$, then the $(u-1)\times(v-1)$ matrix $M_{ij:k}$ obtained

from M by replacing the ith row with $m_{i,k}x_j + m_{j,k}x_i$ and deleting the jth row. The kth column is called the contraction in the kth column relative to the ith row and the jth row.

Brualdi and Gibson (Brualdi & Gibson, 1977) obtained that $per(M) = per(N)$ if M is a real matrix of order $\alpha > 1$ and N is a contraction of M.

Suppose that $Y(q) = \left[y_{i,j}^{q} \right]$ is the $q \times q$ super-diagonal matrices, defined by

$$Y(q) = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 & -1 & -2 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & -2 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & -2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}.$$

Theorem 2.1. For $q \geq 5$,

$$perY(q) = n_{q+4}^{J}.$$

Proof. The assertion may be proved by induction on q. Let the equation be hold for $q \geq 5$, then we show that the equation holds for $q+1$. If we expand the $perY(q)$ by the Laplace expansion of permanent according to the first row, then we obtain $perY(q)$

$$perY(q+1) = 2perY(q) + perY(q-1) - perY(q-2) - perY(q-3) - 2perY(q-4).$$

Since $perY(q) = n_{q+4}^{J}$, $perY(q-1) = n_{q+3}^{J}$, $perY(q-2) = n_{q+2}^{J}$, $perY(q-3) = n_{q+1}^{J}$ and $perY(q-4) = n_{q}^{J}$, it is easy to see that $perY(q+1) = n_{q+5}^{J}$. Thus the result of the theorem holds. □

Let $V(q) = \left[v_{i,j}^{q} \right]$ be the $q \times q$ matrix, defined by

$$v_{i,j}^{q}=\begin{cases} 2 & \text{if } i=r \text{ and } j=r \text{ for } 1\le r\le q, \\ 1 & \begin{array}{c}\text{if } i=r \text{ and } j=r+1 \text{ for } 1\le r\le q-2, \\ i=r \text{ and } j=r-1 \text{ for } 2\le r\le q-1, \\ \text{and} \\ i=q \text{ and } j=q,\end{array} \\ -1 & \begin{array}{c}\text{if } i=r \text{ and } j=r+2 \text{ for } 1\le r\le q-3 \\ \text{and} \\ i=r \text{ and } j=r+3 \text{ for } 1\le r\le q-4,\end{array} \\ -2 & \text{if } i=r \text{ and } j=r+4 \text{ for } 1\le r\le q-4, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Now we define the $q\times q$ matrix $Z(q)=\left[z_{i,j}^{q}\right]$ as follows:

$$Z(q)=\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} & (q-1)\text{th} & \\ & \downarrow & \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & \text{L} & 1 & 0 \\ 1 & & & \\ 0 & & V(q-1) & \\ \text{M} & & & \\ 0 & & & \end{bmatrix} \end{array} \quad \text{for } q>5.$$

Then we can give more general results by using other the permanental representations than the above.

Theorem 2.2. (i). For $q\ge 5$,

$$perV(q)=n_{q+3}^{J}.$$

(ii). For $q>5$,

$$perZ(q)=\sum_{i=0}^{q+2} n_i^J$$

Proof. (i). Let the equation be hold for $q\ge 5$, then we show that the equation holds for $q+1$. If we expand the $perV(q)$ by the Laplace expansion of permanent with respect to the first row, then we obtain

$$perV(q+1)=2perV(q)+perV(q-1)-perV(q-2)-perV(q-3)-2perV(q-4).$$

Also, since $perV(q)=n_{q+3}^{J}$, $perV(q-1)=n_{q+2}^{J}$, $perV(q-2)=n_{q+1}^{J}$, $perV(q-3)=n_{q}^{J}$ and $perV(q-4)=n_{q-1}^{J}$, it is clear that $perV(q+1)=n_{q+4}^{J}$.

(ii). It is clear that expanding the $perZ(q)$ by the Laplace expansion of permanent with respect to the first row, gives us

$$perZ(q)=perZ(q-1)+perV(q-1).$$

Then, by the result of Theorem 2.2. (i) and an induction on q, the conclusion is easily seen. □

Let the notation $M\,\mathrm{o}K$ denotes the Hadamard product of M and K. A matrix M is called convertible if there is an $u\times u$ (1, -1)-matrix K such that $perM=\det(M\,\mathrm{o}K)$.

Now assume that the Q is the $q\times q$ matrix, defined by

$$Q=\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 \\ \mathrm{M} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{O} & \mathrm{M} \\ 1 & \mathrm{L} & 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & \mathrm{L} & 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}.$$

As an immediate consequence, we have the following.

Corollary 1.1. For $q>5$,

$$\det(Y(q)\mathrm{o}Q)=n_{q+4}^{J},$$

$$\det(V(q)\mathrm{o}Q)=n_{q+3}^{J}$$

and

$$\det(Z(q)\mathrm{o}Q)=\sum_{i=0}^{q+2}n_{i}^{J}.$$

It is easy to show that the generating function of the Narayana-Jacobsthal numbers is as follows:

$$g_{n-j}(x)=\frac{x^4}{1-2x-x^2+x^3+x^4+2x^5}.$$

Then we can give an exponential representation for the Narayana-Jacobsthal numbers by the aid of the generating function with the following theorem.

Theorem 2.3. The Narayana-Jacobsthal numbers have the following exponential representation:

$$g_{n-j}(x)=x^4\exp\left(\sum_{i=1}^{\infty}\frac{x^i}{i}\left(2+x-x^2-x^3-2x^4\right)^i\right).$$

Proof. It is clear that

$$\ln\frac{g_{n-j}(x)}{x^4}=-\ln\left(1-2x-x^2+x^3+x^4+2x^5\right)$$

Also, we have

$$\begin{aligned}-\ln\left(1-2x-x^2+x^3+x^4+2x^5\right)=-\Big[&-x\left(2+x-x^2-x^3-2x^4\right)\\&-\frac{1}{2}x^2\left(2+x-x^2-x^3-2x^4\right)^2-\mathrm{L}\\&-\frac{1}{i}x^i\left(2+x-x^2-x^3-2x^4\right)^i-\mathrm{L}\Big],\end{aligned}$$

Therefore, we obtain

$$\ln\frac{g_{n-j}(x)}{x^4}=\exp\left(\sum_{i=1}^{\infty}\frac{x^i}{i}\left(2+x-x^2-x^3-2x^4\right)^i\right).$$

Thus we have the conclusion. □

Let $K(k_1,k_2,\mathrm{K},k_v)$ be $v\times v$ companion matrix as follows:

$$K(k_1,k_2,\mathrm{K},k_v)=\begin{bmatrix}k_1 & k_2 & \mathrm{L} & k_v\\ 1 & 0 & & 0\\ \mathrm{M} & \mathrm{O} & & \mathrm{M}\\ 0 & \mathrm{L} & 1 & 0\end{bmatrix}.$$

For more information about the companion matrix, see (Lancaster & Tismenetsky, 1985; Lidl & Niederreiter, 1994)

Theorem 2.4. (Chen & Louck, 1996). *The* (i,j) *element* $k_{i,j}^{(\alpha)}(k_1,k_2,\ldots,k_v)$ *in the matrix* $K^{\alpha}(k_1,k_2,\ldots,k_v)$ *is expressed by the following equation:*

$$k_{i,j}^{(\alpha)}(k_1,k_2,\ldots,k_v)=\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_v)}\frac{t_j+t_{j+1}+\ldots+t_v}{t_1+t_2+\ldots+t_v}\times\binom{t_1+\ldots+t_v}{t_1,\ldots,t_v}k_1^{t_1}\ldots k_v^{t_v} \tag{2.1}$$

such that the sum is on nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\ldots+vt_v=\alpha-i+j$, $\binom{t_1+\ldots+t_v}{t_1,\ldots,t_v}=\frac{(t_1+\ldots+t_v)!}{t_1!\ldots t_v!}$ is a multinomial coefficient, and the coefficients in (2.1) are defined to be 1 if $\alpha=i-j$.

Now we concentrate on finding combinatorial representation for the Narayana-Jacobsthal numbers.

Corollary 2.2. Suppose that n_α^J is the α th the Narayana-Jacobsthal. Then

i.

$$n_\alpha^J=\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_5)}\binom{t_1+t_2+\ldots+t_5}{t_1,t_2,\ldots,t_5}2^{t_1}(-1)^{t_3+t_4}(-2)^{t_5}$$

where the summation is over nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\ldots+5t_5=\alpha-4$.

ii.

$$n_\alpha^J=-\frac{1}{2}\sum_{(t_1,t_2,\ldots,t_5)}\frac{t_5}{t_1+t_2+\ldots+t_5}\binom{t_1+t_2+\ldots+t_5}{t_1,t_2,\ldots,t_5}2^{t_1}(-1)^{t_3+t_4}(-2)^{t_5}$$

where the summation is over nonnegative integers satisfying $t_1+2t_2+\ldots+5t_5=\alpha+1$.

Proof. If we take $v=5,\ i=5,\ j=1,\ k_1=2,\ k_3=k_4=-1$ and $k_5=-2$ for the case i. and $i=4,\ j=5,\ k_1=2,\ k_3=k_4=-1$ and $k_5=-2$ for the case ii., in Theorem 2.4, then the proof is immediately seen from (1.1). □

Now we consider the sums of Narayana-Jacobsthal numbers.

Let

$$T_\alpha=\sum_{i=0}^{\alpha}n_i^J$$

for $\alpha\geq 0$, and suppose that S_N is the 6×6 matrix such that

$$S_N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & & & & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & N^J & & \\ 0 & & & & & \\ 0 & & & & & \end{bmatrix}.$$

Then it can be shown by induction that

$$\left(S_N\right)^\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ T_{\alpha+3} & & & & & \\ T_{\alpha+2} & & & & & \\ T_{\alpha+1} & & & \left(N^J\right)^\alpha & & \\ T_\alpha & & & & & \\ T_{\alpha-1} & & & & & \end{bmatrix}.$$

3. CONCLUSION

In this study, we have considered the Narayana-Jacobsthal numbers. Firstly, we have obtained relationships among the Narayana-Jacobsthal numbers and the permanents and the determinants of certain matrices which are produced by using the generating matrices of the Narayana-Jacobsthal numbers. Then, we have given some properties of the Narayana-Jacobsthal numbers such as the generating function, the exponential representation, the combinatorial representations and the finite sums of these numbers.

REFERENCES

Brualdi, R., & Gibson, P. M. (1977). Convex polyhedra of doubly stochastic matrices I: applications of permanent function. *Journal of Combinatorial Theory, 2*, 194-230.

Chen, W., & Louck, , J. (1996). The combinatorial power of the companion matrix. *Linear Algebra and its Applications, 232*, 261-278.

Deveci, O., & Akuzum, Y. (2022). The Narayana-Jacobsthal Sequence and its Binet Formulas. *Al Farabi 4th International Congress on Applied Sciences*, Erzurum, Turkey.

Deveci, O., Akuzum, Y., & Karaduman, E. (2015). The Pell-Padovan p-Sequences and Its Applications. *Utilitas Mathematica, 98*, 327-347.

Doostie, H., & Campbell, P. (2006). On the Commutator Lengths of Certain Classes of Finitely Presented Groups. *International journal of mathematics and mathematical sciences*, 1-9.

Frey, D., & Sellers, J. (2000). Jacobsthal numbers and alternating sign matrices. *Journal of Integer Sequences*, *3*(2), 1-15.

Gogin, N., & Myllari, A. (2007). The Fibonacci-Padovan sequence and MacWilliams transform matrices. *Programming and Computer Software*, *33*(2), 74-79.

Kilic, E. (2009). The generalized Pell (p,i)-numbers and their Binet formulas, combinatorial representations, sums. *Chaos, Solitons & Fractals*, *4*, 2047-2063.

Lancaster, P., & Tismenetsky, M. (1985). *The theory of matrices.* Academic.

Lidl, R., & Niederreiter, H. (1994). *Introduction to finite fields and their applications.* Cambridge U.P.

Stakhov, A., & Rozin, B. (2006). Theory of Binet formulas for Fibonacci and Lucas p-numbers. *Chaos, Solitons & Fractals*, *27*(5), 1162-1177.

Tuglu, N., Kocer, E., & Stakhov, A. (2011). Bivariate Fibonacci like p-polynomials. *Applied Mathematics and Computation*, *217*(24), 10239-10246.

VOLUMETRIC LIGHTING IN ARCHITECTURAL DESIGN

Çiğdem CENGİZ[1], Mehmet Sait CENGİZ[2]

[1]Bitlis Eren University, 0000-0002-0010-0795

[2]Bitlis Eren University, 0000-0003-3029-3388

ABSTRACT

In order to provide the amount of light required for lighting, the sun and the light created by sunlight should be used together. Volumetric lighting is a term used to describe the effect that light can have by taking the shape of a cone or beam and increasing the sense of volume in a given space. More simply, this illumination is the appearance of light beams in which the space between a light source and its destination is also illuminated. Volumetric lighting, also known as "god rays", creates spiritual effects in architectural works with its light effects. Current examples of volumetric lighting are sunbeams emitted when the sun is below the horizon, or sun rays shining through a window, also known as twilight rays. Volumetric lighting is used to create “god rays” or light beams by passing light through atmospheric environments such as fog or haze. Volumetric lighting is used to add depth, direct the eye and create an aesthetic feeling. When it comes to creating depth in architecture, the three-dimensional architectural space is made remarkable with the volumetric lighting technique used. Volumetric lighting contributes to the look and texture of the architectural work. By means of volumetric lighting, orientation is made to the targeted focal point. Light, which is an effective tool, is used to guide the eye. This illumination allows us to reveal certain details or subjects with light in architectural works.

Key words : Daylight, god rays, volumetric lighting

1. INTRODUCTION

Volumetric lighting is a term used to describe the effect that light can have by taking the shape of a cone or beam and increasing the sense of volume in a given space. More simply, this illumination is the appearance of light beams in which the space between a light source and its destination is also

illuminated [1-3]. Volumetric lighting is used to create "god rays" or light beams by passing light through atmospheric environments such as fog or haze.

Volumetric lighting allows designs such as adding depth, directing the eye, the chance to affect color tones, and adding aesthetics to the environment.

- Volumetric lighting is an effective visual lighting technique with several advantages. Thanks to this illumination, it is actually possible to see the light beam spreading from one source towards another area of the frame. Thanks to this effect, this lighting technique creates a chance to create a three-dimensional space. When used in architectural work, it attracts the attention of visitors even more because it adds depth to the environment with volumetric light. Volumetric lighting in architecture creates more depth when directed towards or away from the visitors entering the building, rather than next to the architectural element.
- Eye direction, the focused direction of volumetric lighting makes the light an effective tool for guiding the eyes of visitors entering the building. In this way, when the important points of the architectural work, certain details, and the subject of the work are illuminated with volumetric rays, the characteristic of the environment is emphasized.
- Volumetric lighting tone and aesthetic perception contribute to both the texture and aesthetics of architectural work. For this reason, the use of volumetric light to create the ambient tone or aesthetics of an architectural work creates deep contrast and mystery.

Basically, volumetric lighting refers to the illusion created when a lighting technique is desired to create a certain perspective, direction, or effect that increases the sense of volume in a particular space, context, or application. For example, a light shaped like a cone is directed towards a specific area, making it look like a transparent container with a specific volume. This technique particularly strengthens the perception that the shape of light lives in a true three-dimensional space through the use of steam, fog, or smoke. In other words, volumetric lighting creates a 3-dimensional perception by drawing the attention of the person to an area. In residential and commercial lighting design, volumetric lighting can be defined as directing the light to the targeted area. The symbolic light beam for the Oman-Majlis al-Jinn Cave and USA-twin towers is given in Figure 1 [4, 5]. A volumetric illuminated work (Chichu Art Museum) can be seen in Figure 2 [6].

Volumetric lighting is a term used to describe the effect that light can have by taking the shape of a cone or beam and increasing the sense of volume in a given space. More simply, this illumination is the appearance of light beams in which the space between a light source and its target is also illuminated

[1-3]. Volumetric lighting is used to create "god rays" or light beams by passing light through atmospheric environments such as fog or haze.

Volumetric lighting allows designs such as adding depth, directing the eye, the chance to affect color tones, and add aesthetics to the environment.

- Volumetric lighting is an effective visual lighting technique with various advantages. Thanks to this lighting, it is possible to see the light beam emitted into the environment. Thanks to this effect, this lighting technique creates a chance to create a three-dimensional space. When used in architectural works, visitors are attracted by giving a sense of depth to the environment with volumetric light. In architecture, volumetric lighting creates greater depth when the light beam is directed towards or away from visitors entering the building.
- It is possible to direct the eyes of visitors entering the building with volumetric lighting. In this way, when the important points of the architectural work, certain details, and the subject of the work are illuminated with volumetric rays, the feature of the environment is emphasized.
- Volumetric lighting contributes to both the texture and aesthetics of the architectural work. Therefore, the use of volumetric light to create an architectural work's ambient tone or aesthetic creates a deep contrast and mystery.

Basically, volumetric lighting refers to the illusion created when a lighting technique is desired to create a particular perspective, direction, or effect that enhances the sense of volume in a particular space, context, or application. For example, a cone-shaped light is directed at a specific area, making it look like a transparent container with a specific volume. This technique strengthens the perception that the shape of light lives in true three-dimensional space, especially using steam, fog, or smoke. In other words, volumetric lighting creates a 3-dimensional perception by drawing the attention of the person to an area. Volumetric lighting in residential and commercial lighting design can be defined as directing the light to the targeted area. The symbolic light beam for the Oman-Majlis al-Jinn Cave and the USA-

twin towers is given in Figure 1 [4, 5]. A volumetric illuminated work (Chichu Art Museum) can be seen in Figure 2 [6].

Figure 1. The symbolic light beam for the Oman-Majlis al-Jinn Cave and USA-twin towers

Figure 2. A volumetric illuminated work (Chichu Art Museum-Tadao Ando)

2. SYMBOLIC PURPOSE VOLUMETRIC LIGHT

Religious structures transform a religion's beliefs and significance into a physical structure, and light reinforces this message. The magnificence and dignity of monumental structures can be emphasized by means such as light [7-9]. Volumetric lighting can be used to emphasize the surface textures and decorative details of the walls. Volumetric lighting emphasizes the importance of religious emblems or items of attention. Volumetric ceiling lighting supports the protective character of domes and other architectural elements. The use of light to create an effect of tranquility in religious buildings provides an environment of contemplation that inspires people in the environment. The light integrated into the architecture creates an ethereal effect. The volumetric light filtering through the walls and ceiling increases the perception of a protective and calm environment. Figure 3 shows the volumetric illumination of Hagia Sophia [10].

Figure 3. The volumetric illumination of Hagia Sophia.

As a spiritual design element, light assumes a symbolic function in buildings as an architectural material [11-17]. Light represents the presence of higher powers and gives buildings and objects a certain grandeur and spirituality. The symbolic value of volumetric lighting is reinforced by the direction of the light and the height of the light source. Light from above, emanating from an invisible

source, creates a magical aura, while the low position of the floor lights accentuates a mystical effect. Figure 4 shows the Pantheon Temple with volumetric illumination from the dome [18].

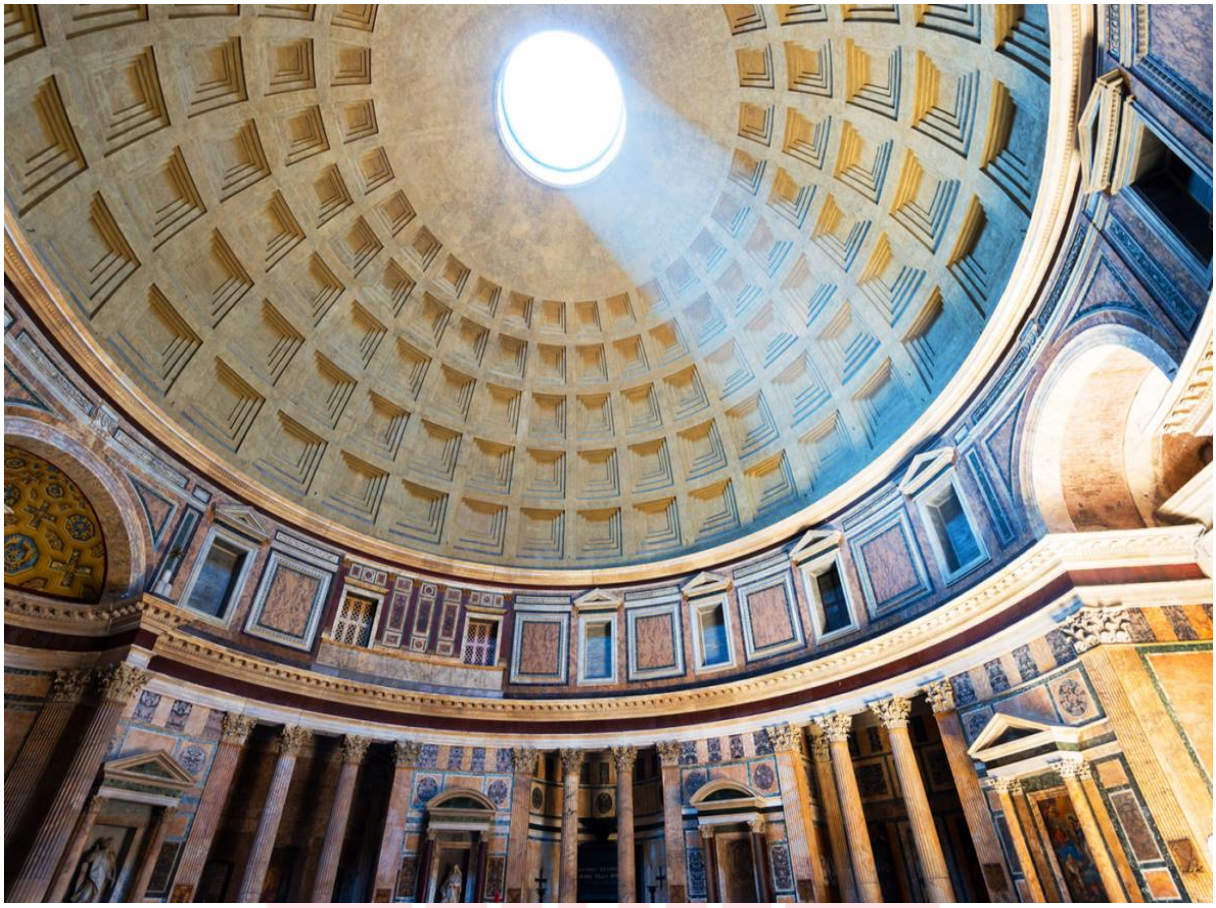


Figure 4. The Pantheon Temple with volumetric illumination from the dome.

The art of architecture in religious buildings is the expression of faith. A spiritual ambiance is created with volumetric lighting, that is, accent light. Floor lighting provides a sense of security and direction, thus creating a calm atmosphere. Vertical volumetric lighting accentuates the architecture and reinforces this atmosphere, making rooms appear higher and brighter. Volumetric lighting serves to give a three-dimensional appearance to structural features such as the decorative texture of historical temples or the smooth facades of modern chapels. Brightness contrasts guide the visitor through spatial spaces and highlight prominent objects such as sculptures or ornaments. Figure 5 shows Notre Dame with horizontal volumetric lighting [19].

Figure 5. Notre Dame with horizontal volumetric lighting.

3. RESULTS

With volumetric lighting in architecture, the message to be conveyed becomes stronger. Volumetric lighting emphasizes the importance of religious emblems or items of attention. Volumetric ceiling lighting enhances the character of structures. The use of light to create the effect of peace in religious buildings creates an inspiring environment and creates a spiritual effect. The light emitted in this way creates a magical aura.

Volumetric lighting serves to give a three-dimensional appearance to the decorative texture of historical temples or to the interior walls of modern buildings. With contrasts of brightness, it

guides the visitor through spatial spaces and highlights objects such as religious emblems, statues, or ornaments.

Volumetric lighting in architecture should not be placed next to the architectural element. Because when directed towards or away from the visitors entering the building, it adds depth to the architectural work.

The focal direction of the volumetric lighting is an essential parameter in directing the eyes of visitors entering the building. In this way, the important points of the architectural works, the subject of the work, and the characteristics of the environment become visible.

The use of volumetric light to create an architectural work's ambient tone or aesthetic creates a deep contrast and mystery. This increases the functionality and appreciation rate of the architectural profession.

REFERENCES

[1] Cengiz, M.S. Lighting Master Plan Application In Living Areas, Light Engineering, (IN PRESS)

[2] Cengiz, M.S. 2022. Human-Centered Architectural Lighting Design in Prisons. Light Engineering. 30(2), 46–54.

[3] Cengiz, M.S. 2022. Using Artificial Lighting to Support Daylighting in Architectural Building Designs. Light Engineering, 30(1), 113–123.

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Light_beam#/media/File:Majlis_al_Jinn_-Descending_into_cave.jpg (Date of access: 08.08.2022)

[5] https://en.wikipedia.org/wiki/Light_beam#/media/File:Wtc-2004-memorial.jpg (Date of access: 08.08.2022)

[6] https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a3439-chichu-art-museum-by-tadao-ando-art-museum-in-the-earth/ (Date of access: 08.08.2022)

[7] Ünver, F.R., Ozturk, L., Akın Adıgüzel, S., Çelik, O. 2003. The effect of the facade alternatives on the daylight illumination in offices, Energy and Buildings, 35, #8, 737–746.

[8] Kazanasmaz, T., Grobe L.O., Bauer, C., Krehel, M., Wittkopf S. 2016. Three approaches to optimize optical properties and size of a South-facing window for spatial Daylight Autonomy, Building, and Environment. 102, 243-256.

[9] Erlalelitepe, I., Aral, D., and Kazanasmaz, T. 2011. Investigation of Educational Structures in Terms of Natural Lighting Performance, Megaron, 6, #1, 39-51.

[10] https://www.360tr.com/ayasofya-us-kat-1-panorama-sanal-tur_89ef68d7b5_tr.html (Date of access: 08.08.2022)

[11] Şener Yılmaz, F., Yener, A. K. (2013). Aydınlatma Tasarımında Görsel Konfor, Enerji Performansı ve Çevresel Etki Değerlendirmesi. VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir.

[12] Köknel Yener, A. Performance Analysis of Window Glazing from Visual Comfort and Energy Conservation Points of View, Architectural Science Review. 2003, V46, #4, pp. 395–401.

[13] Şerefhanoğlu Sözen, M. Aydınlatma Teknik ve Estetik. Arrademento Mimarlık Dergisi, 2011. V5, 116.

[14] Kutlu, G.H. 2001. Çağdaş Mimarlıkta Işık Kullanımı, Ege Mimarlık Dergisi, Izmir, 2001-2, 13.

[15] Çerçi, S. & Hoete, A. (2013). Binalarda Günışığı Etkisinin Değerlendirilmesi ve Londra'dan Bir Örnek, Mimarlık Dergisi, 369.

[16] Kurtay, C., Esen, O. Ofis yapıları için ışık rafı tasarımında 30° ve 45° enlemlerinde optimum verim sağlanması için bir yöntem. Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University. 2019, V34, #2, pp. 835–844.

[17] Özturk, L. The effect of luminance distribution on interior perception, Architectural Science Review, 2003, V46, #3, pp. 233–238.

[18] https://www.birdakikadageziyorum.com/kubbesindeki-delikten-seytanlarin-kactigi-donemin-en-buyuk-beton-kubbesi-pantheon/ (Date of access: 08.08.2022)

[19] https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a2312-notre-dame-du-haut-france-by-le-corbusier-the-first-post-modern-building/ (Date of access: 08.08.2022)

USE OF WHITE LIGHT IN LIVING SPACES

Çiğdem CENGİZ[1], Mehmet Sait CENGİZ[2]

[1]Bitlis Eren University, cigdemcengiz44@gmail.com – 0000-0002-0010-0795

[2]Bitlis Eren University, msaitcengiz@gmail.com – 0000-0003-3029-3388

ABSTRACT

White light used in homes, offices, and outdoors has negative effects due to the high blue light it contains and therefore disrupts sleep patterns. Prolonged exposure to white light causes toxic stress on the retina and worsens visual comfort. Blue light reaching the retina, which covers the back of the eye, affects the sleep rhythm negatively by inhibiting the secretion of the hormone melatonin. Therefore, prolonged exposure to white light causes structural and functional damage to the retina. As a result, it is known that the risk of breast, prostate, and colon cancers is higher in people who are exposed to high levels of white light during the night shift. White light also causes symptoms of fatigue, lack of attention, difficulty concentrating, and depressed mood. The harmful effects of white light are not limited to humans. White light causes damage to other living things in nature. High-brightness white light causes flying animal species to lose their migration route and therefore die. For this reason, optical materials should be used to soften and scatter high-brightness light to prevent negative effects on both humans and other living things. To reduce the level of direct radiation in indoor living spaces, indirect lighting systems, in which light is reflected from surfaces such as walls and ceilings, should be used instead of direct lighting. Staring at light sources for long periods, as well as computer, phone, and television screens, causes similar problems. Looking at the phone screen for a long time, especially at late hours, can prolong the transition to sleep and reduce sleep quality. Again, to prevent negative effects on wildlife, the use of yellow light should be increased, especially in the outdoor environment, or white light should be used proportionally.

Keywords: White light, blue light, yellow light, radiation

1. INTRODUCTION

Today, "Light" has become one of the indispensable elements of modern life [1, 2]. With the introduction of LED technology into our lives, serious changes have occurred in the world of lighting. While there was not that much variety in light colors before, now LED bulbs with different Kelvin

values illuminate our spaces. The light colors associated with the temperature of the light are generally called yellow light up to 3000 Kelvin, daylight 4000 Kelvin, and white light in the range of 6000-6500 Kelvin. Yellow and white light varies depending on the Kelvin values of the light. While a light bulb with a value of 3000 Kelvin appears yellow to the eyes, the light emitted by a light bulb with a value of 6500 Kelvin is reflected in the eyes as White [3-8].

- Soft white (2,700 to 3,000 Kelvin) is warm and yellow, the color range derived from incandescent bulbs. This light gives a warm and cozy feel and is generally best for living rooms, living rooms, and bedrooms.
- Warm white (3,000 to 4,000 Kelvin) is more yellowish white. These bulbs are most suitable for kitchens and bathrooms.
- Brilliant white (4,000 to 5,000 Kelvin) is between shades of white and blue. With a less relaxed and more energetic feel, light bulbs in this color range are best for work areas (such as a home office or garage) and kitchens with chrome fixtures.
- Daylight (5,000 to 6,500 Kelvin) has a bluish hue. This light color will maximize the contrast between the colors, making it ideal for working, reading, or applying makeup.

Illumination according to color temperature is shown in Figure 1 [9].

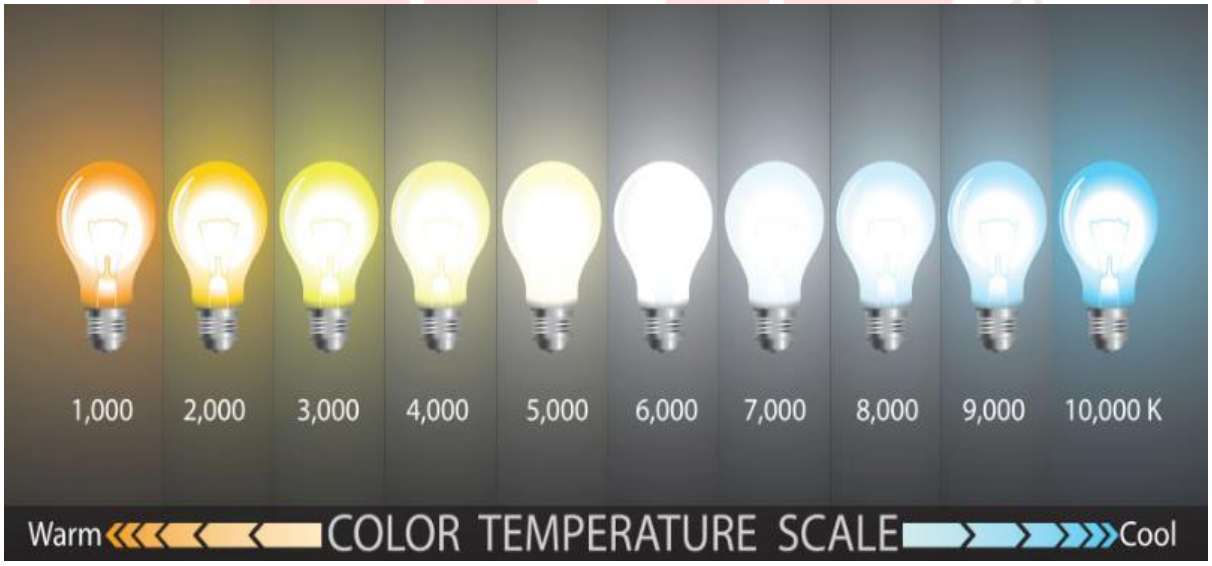


Figure 1. Illumination according to color temperature

2. YELLOW LIGHT OR WHITE LIGHT PREFERENCE FOR HEALTH

Some people prefer yellow light over white light because they like the color of yellow light and the ambiance it adds to the environment. Another segment thinks that white and bright light illuminates better and uses white light more in their spaces. What is correct is which color of light will be used where and for what purpose. Because the light in the range of 2700-3000 Kelvin, which is called the

yellow light color, is more beneficial for the eyes. Yellow light does not tire the eyes much. However, white lights in the 6000-6500 Kelvin range emit a blue light that is harmful to the eyes. This blue light is harmful to the eyes as it causes the eyes to tire quickly and become dazzled. As the Kelvin value increases, the emitted blue light will increase proportionally, and the white light will tire the eyes more. As the Kelvin value decreases, the effect of the emitted blue light decreases. In other words, yellow light is less tiring for the eyes.

Therefore, it is a better choice to use yellow light for eye health. Although yellow light does not tire the eyes, it has the disadvantage that it closes the defects and shows them less. In other words, although white lights with a value of 6500 K are more damaging to the human eye than yellow light, they are preferred more than yellow light in some special places, as they can show details more clearly. The usage areas of these two light colors differ due to their advantages and disadvantages [3-8].

2.1. Yellow Light Usage Areas

Yellow light has many special uses because it makes the eyes less tired. Because yellow light has a relaxing effect on the eyes, it often brings sleep and accelerates the transition process of people to sleep. Therefore, the yellow light should be preferred in living rooms, bedrooms, corridors, and all places used before sleep. Otherwise, the eyes will be uncomfortable due to white light in these areas and it will make our transition to sleep difficult.

Yellow light is used in the lighting of many cafes and restaurants, thanks to the warmth it spreads and the pleasant ambiance it provides.

Yellow light is also a preferable light color on highways and streets. The main purpose of highway lighting is to illuminate the roads, but also to ensure the safety of drivers and pedestrians. This is achieved primarily by protecting the eye health of drivers and pedestrians. If a driver who drives for a long time is exposed to white light, his eyes will be dazzled, he will get tired and the probability of causing an accident will increase. For this reason, the use of yellow lights will protect the eyes of the drivers and will be more effective in preventing accidents.

In addition to its eye-catching feature, the yellow light also has the feature of showing fewer errors. Although this may seem like a disadvantage in some cases, there are many situations where it is turned into an advantage according to the usage area. One of them is the use of yellow lights in showrooms and showcases of stores. The yellow light, which is frequently used in stores because it covers the defects and hides the faults, hides the faults of the products and

offers a more perfect visual to the customers. With little tricks like this, most shopkeepers prefer yellow light in the showcases. In Figure 2, the showcase lighting is seen under yellow light [10].

Figure 2. Display window lighting under yellow light

2.2. White Light Usage Areas

Although white light makes the eyes tired due to the blue light it emits, it has different usage areas thanks to its features such as showing details more clearly and keeping people awake. White light is used especially in hospitals and operating rooms. Because in operating rooms, doctors need to see the details very clearly and work accordingly. In other words, 6500 Kelvin white light should be used, which shows the details best. At the same time, make-up artists prefer white light as lighting, as it shows the details better.

Otherwise, an artist who thinks that she has perfect make-up in yellow light will encounter make-up full of imperfections when she goes out to white light. Those who want to take advantage of the sleep incontinence feature of white light prefer white light, especially in work areas and areas that need attention. White light used in reading areas and study rooms disrupts sleep. In this way, it provides the

opportunity to read a book or study for a longer time. At the same time, the margin of error is minimized and efficiency is increased by using white light in production areas and factories [3-8].

- The use of yellow light in the bedroom will be an ideal choice.
- Yellow color should be used in the living room and living rooms. This color, which is in the warm color group, has a calming feature.
- The kitchen should use white light. The kitchen is important because it requires meticulous work or a thorough cleaning.
- White light should always be used in workplaces or study rooms. White light belongs to the group of cool colors. The stimulating and attention-gathering properties of white light are utilized.
- White and yellow light options should be used together in the bathroom. Yellow light can be used during the shower due to its calming properties. The white light should be used during bathroom cleaning.

Figure 3 shows the white and yellow light illumination in the same environment [11].

Figure 3. The white and yellow light illumination in the same environment.

3. USE OF YELLOW OR WHITE LIGHT IN ROAD LIGHTING

Road and street lighting is provided to increase the safety of drivers and pedestrians. High-pressure sodium and metal halide lamps are traditionally used in street lighting. Today, with the increase in energy efficiency awareness, LED technology has started to be used in street

lighting. LED street lights have a longer lifetime, lower maintenance costs, and less environmental impact.

When the first examples of LED road and street lighting applications are examined, it is seen that white light is widely used. The main reason for this is that white light is perceived as brighter. With the widespread use of LED lighting applications, concerns have arisen about the harmful effects of white light.

The most preferred way of obtaining white light in LEDs is the combination of a blue LED chip and a yellow phosphor. The blue LED chip is coated with a phosphor with a certain fill rate. White light is obtained when the blue light emitted from the LED chip passes through the phosphor layer. The type of phosphor coating determines the color of the white light. Although the light emitted from the LED chip appears white to the naked eye, it contains a significant amount of blue light. Excessive blue light emission from phosphor-coated LEDs causes adverse effects on human health.

High-intensity LED lights suppress the hormone that regulates the sleep-wake cycle due to the high amount of blue light they contain. The suppression of the hormone melatonin damages this entire system. The hormone melatonin regulates the body's natural rhythm, promotes sleep, affects emotions, and stimulates reproduction. This effect in LEDs is much greater than in high-pressure sodium lamps.

As the color of the LED lights changes from cool colors to warm colors (white to yellow), the blue light content decreases. For example; About 30 percent of an LED light with a color temperature of 4000K is emitted as blue light. This rate drops to 20 percent when the color temperature is lowered to 3000K. This means that yellow light LEDs will have fewer adverse effects than white LEDs.

The human eye shows good dark adaptation and color discrimination performance under an LED light with a color temperature of 3000 K, known as yellow light. LEDs of this color temperature have fewer adverse effects on physical and mental health [3-8].

In summary, yellow light should be used in LED road and street lighting to reduce the negative effects on human health. Values such as brightness, color rendering index, glare control, and flicker should also be considered in lighting design. Road lighting under yellow and white light is shown in Figure 4 [12].

Figure 4. Road illumination under yellow and white light

4. RESULTS

Yellow light creates a more soothing effect for the eyes as it contains less blue light. It is a widely known fact that cool colors cause sleep problems. Therefore, exposure to cold white light at home later in the night can prolong the transition to sleep and reduce sleep quality.

Cold white colors, called white light, should be used mostly in commercial areas such as workplaces, offices, garages, workshops, and industrial facilities. In the living room, dining room, bedroom, and other rooms of the house, bulbs that emit warm white, ie yellow, light should be used. In short, yellow light should be preferred in living and resting areas, and white light in working environments.

For the consumer, color preference is usually shaped by habits. In other words, those who used to get used to white light prefer white light when buying a new light bulb for their home. Those who use yellow light find white light disturbing. For this purpose, wrong habits should be corrected with consumer awareness.

There is a large number of consumers who believe that the white light in LED bulbs is brighter and provides more illumination. This idea is not wrong, because in LEDs the white light is produced by coating the blue LED chip with a yellow phosphor. Here, when the phosphor coating is made darker, yellow light is produced instead of white. In this case, less light can be thrown out of the LED. This is proof of why white LEDs have more luminous flux than yellow LEDs.

REFERENCES

[1] Cengiz, M.S. Lighting Master Plan Application In Living Areas, Light Engineering, (IN PRESS)

[2] Cengiz, M.S. 2022. Using Artificial Lighting to Support Daylighting in Architectural Building Designs. Light Engineering, 30(1), 113–123.

[3] Çerçi, S. & Hoete, A. (2013). Binalarda Günışığı Etkisinin Değerlendirilmesi ve Londra'dan Bir Örnek, Mimarlık Dergisi, 369.

[4] Veitch, J. 2005. Lighting and Health: issues for consideration, Light & Engineering, 4: 6–13.

[5] Boyce, P.R., 2006. Lemmings, light health, Light & Engineering, 2: 24–31.

[6] Unver, F. R., Ozturk, L. An example of facade colour design of mass housing, Color Research and Application, 2001, V27, #4, pp. 291–299.

[7] Ozturk, L. The effect of luminance distribution on interior perception, Architectural Science Review, 2003, V46, #3, pp. 233–238.

[8] Şener Yılmaz, F., Yener, A. K. (2013). Aydınlatma Tasarımında Görsel Konfor, Enerji Performansı ve Çevresel Etki Değerlendirmesi. VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir.

[9] https://www.autonomous.ai/ourblog/white-light-vs-yellow-light-which-is-better (Date of access: 08.08.2022)

[10] https://espassistanbul.com/merchandiser-nedir-ne-is-yapar (Date of access: 08.08.2022)

[11] https://donateyourcartocharity.org/ (Date of access: 08.08.2022)

[12] https://edition.cnn.com/2016/06/21/health/led-streetlights-ama/index.html (Date of access: 08.08.2022)

OFLAK DAĞI (KAYNARCA) VE ÇEVRESİNİN FLORASINA KATKILAR

SERKAN YENER [1], MEHMET SAĞIROĞLU [2]
[1] Sakarya Üniversitesi, 0000-0002-3222-9518
[2] Sakarya Üniversitesi, 0000-0001-8654-3361

ÖZET
Bu çalışmanın ana materyalini Oflak Dağı ve çevresi üzerinde yapılan flora çalışmasına ait bitki örnekleri oluşturmaktadır. Oflak Dağı ve çevresindeki çalışmalar sonucunda şuana kadarki süreçte bölgedeki familya, cins, tür ve türaltı takson sayısı belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda 51 familyaya ait 145 cins, 218 tür ve türaltı seviyede takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan 50 tür (%23) Avrupa-Sibirya, 32 tür (%15) Akdeniz, 136 tür de çok bölgeli veya bilinmeyenlerden oluşmuştur.
Anahtar Kelimeler: Flora, Oflak Dağı, Kaynarca

1. GİRİŞ
Oflak Dağı doğu batı uzanışlı Marmara Bölgesi'nde yer alan, kuzeyden ve güneyden akarsularla sınırlandırılmış, en yüksek noktası 353 metre olan bir kütledir.
Bilindiği gibi Türkiye, Avrupa – Sibirya Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve İran – Turan Flora Bölgesi olmak üzere üç flora bölgesi ile temsil edilir. Avrupa-Sibirya flora bölgesi Öksin ve Hırkaniyen olarak ikiye ayrılır. Karadeniz'e yakın olan batıdaki saha Öksin, İran'ın kuzeyi ve Taliş dağlarının bulunduğu alan ise Hırkaniyen olarak isimlendirilir. Birbirinden Kafkas dağları ile ayrılan bu iki saha önemli benzerlikleri olmakla beraber, bitki topluluklarını oluşturan bitki türleri açısından belirgin şekilde farklıdır. Avrupa-Sibirya bölgesi, Türkiye'de Öksin provensi ile temsil edilmektedir. Bu saha bütün Kuzey Anadolu'yu içine alarak, Kafkasların batı bölümüne kadar uzanır. Çalışma alanımız olan Oflak Dağı floristik açıdan Avrupa-Sibirya bölgesinin Öksin alt bölümünde yer alır (Avcı 1993).
Florada hatanın en aza indirilebilmesi için o ülkenin hemen hemen her tarafının taranması, başka bir deyişle ayak basmadık yerinin kalmaması gerekir. Fakat çok geniş yüzölçümü olan ülkelerin floralarında bu mümkün olmamakta, sadece belirli lokalitelerden kesit alınabilmektedir.
Bu çalışma ile Oflak Dağı ve çevresinin florasının sağlıklı şekilde ortaya konması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL-METOD
Araştırma alanımız olan Oflak Dağı ve çevresinde çeşitli istasyonlarda belirli zaman aralıklarıyla arazi çalışması yapılmıştır. Alanda bulunan bitkiler yetişme zamanlarına göre farklı vejetasyon dönemlerinde toplanmıştır. Aynı zamanda bitkileri toplama esnasında bitkinin büyüklüğüne göre tüm özelliklerini (çiçek, meyve ve diğer morfolojik özellikler) yansıtacak şekilde bitkiler toplanmıştır. Toplanan bitkilere arazi defteri kullanılarak toplayıcı numarası verildi ve bitkilerin diğer morfolojik özellikleri de arazi defterine kaydedilmiştir. Belirli zaman aralıklarıyla araziden toplanan bu bitkiler herbaryum tekniklerine uygun olacak şekilde kurutuldu. Kurutulan bu bitkiler böcek, haşera gibi canlılar ve bu canlıların yumurtalarından

arındırılmak için buzdolaplarında saklandı. Kurutulan bitkiler herbaryum materyali haline getirildi. Teşhis sürecinde Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 1-9 (Davis, 1965-1985), Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 10 (Davis, 1988), Flora of Turkey and the East Aegean Islands (suppl. 2) Vol. 11 (Güner vd., 2000) , Türkiye Bitkileri Listesi kaynaklarından faydalanılmıştır. Ayrıca morfolojik terimlerin öğrenilmesinde ise İngilizce-Türkçe Botanik Klavuzu (Baytop, 1998) 'ndan faydalanılmıştır. Bununla beraber bitki adları otörlerinin kontrolü için (http://www.theplantlist.org/) ve (https://bizimbitkiler.org.tr/) sitelerinden yararlanılmıştır. Teşhis edilen bitkiler listelenerek bu sürece kadarki alanın florası ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca bazı bitkilerin çiçekli veya meyveli hallerinin fotoğrafları çekilmiştir. Bu çalışma 2016 Şubat ayında başlamış olup, halen devam etmektedir.

3. BULGULAR

Oflak Dağı ve çevresinde yapılan arazi çalışmalarında toplam bitki örneklerin değerlendirilmesi sonucu şu ana kadar 51 familyaya ait 145 cins, 218 tür ve türaltı seviyede takson belirlenmiştir. Bu taksonlar da 50 tür (%23) Avrupa-Sibirya, 32 tür (%15) Akdeniz, 136 tür de çok bölgeli veya bilinmeyenlerden oluşmuştur. Aşağıda arazi çalışmaları sonucunda bu zamana kadarki olan süreçte tespit edilen bitkilerin familya, cins, tür ve türaltı taksonları yer almaktadır.

1.APIACEAE

1. *Ammi majus* L.
2. *Caucalis platycarpos* L.
3. *Conium maculatum* L.
4. *Daucus carota* L.
5. *Foeniculum vulgare* Mill.
6. *Oenanthe pimpinelloides* L.
7. *Scandix pecten-veneris* L.
8. *Torilis arvensis* subsp. *arvensis* (Huds.) Link

2. ASPARAGACEAE

1. *Prospero autumnale* (L.) Speta
2. *Muscari neglectum* Guss. ex Ten.

3. ASTERACEAE

1. *Anthemis arvensis* L.
2. *Anthemis cretica* subsp. *pontica* (Willd.) Grierson
3. *Artemisia annua* L.
4. *Asteriscus spinosus* (L.) Sch.Bip.
5. *Calendula arvensis* (Vaill.) L.
6. *Carduus nutans* subsp. *leiophyllus* (Petrovič) Stoj. & Stef.
7. *Carduus pycnocephalus* L. subsp. *albidus* (M.Bieb.) Kazmi
8. *Centaurea calcitrapa* subsp. *calcitrapa* L.
9. *Conyza canadensis* (L.) Cronquist
10. *Cota austriaca* (Jacq.) Sch.Bip.
11. *Cota tinctoria* var. *tinctoria* (L.) J.Gay
12. *Crepis pulchra* L. subsp. *pulchra*
13. *Crepis sancta* subsp. *obovata* (Boiss. & Noë) Babc.
14. *Crepis vesicaria* L. subsp. *vesicaria*

15. *Doronicum orientale* Hoffm.
16. *Helminthotheca echioides* (L.) Holub
17. *Inula conyzae* (Griess.) Meikle
18. *Lapsana communis* subsp. *intermedia* (M.Bieb.) Hayek
19. *Senecio vulgaris* L.
20. *Silybum marianum* subsp. *marianum* (L.) Gaertn.
21. *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* (Jord.) Ball
22. *Urospermum picroides* (L.) Scop. ex F.W.Schmidt

4. BETULACEAE

1. *Carpinus betulus* L.
2. *Corylus avellana* var. *avellana* L.

5. BORAGINACEAE

1. *Brassica napus* L.
2. *Buglossoides arvensis* subsp. *sibthorpiana* (Griseb.) R.Fern.
3. *Cynoglossum creticum* Mill.
4. *Echium italicum* L.
5. *Echium plantagineum* L.
6. *Echium vulgare* L.
7. *Lithospermum arvense* L.
8. *Myosotis alpestris* subsp. *alpestris* F.W.Schmidt
9. *Myosotis ramosissima* Rochel
10. *Symphytum officinale* L.

6. BRASSICACEAE

1. *Fibigia clypeata* subsp. *clypeata* (L.) Medik.
2. *Raphanus raphanistrum* subsp. *raphanistrum* L.
3. *Sinapis alba* subsp. *alba* L.
4. *Sinapis arvensis* L.
5. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.

7. CAMPANULACEAE

1. *Campanula persicifolia* subsp. *persicifolia* L.

8. CAPRIFOLIACEAE

1. *Cephalaria transylvanica* (L.) Roem. & Schult.

9. CARYOPHYLLACEAE

1. *Silene gallica* L.
2. *Silene italica* subsp. *italica* (L.) Pers.
3. *Silene vulgaris* var. *macrocarpa* (Turril) Coode & Cullen
4. *Stellaria holostea* L.

10. CHENOPODIACEAE

1. *Chenopodium glaucum* L.

11. CISTACEAE

1. *Cistus salviifolius* L.
2. *Helianthemum salicifolium* (L.) Mill.

12. CONVOLVULACEAE

1. *Convolvulus arvensis* L.

13. CORNACEAE

1. *Cornus mas* L.
2. *Cornus sanguinea* subsp. *australis* (C.A.Mey.) Jáv.

14. CRASSULACEAE

1. *Sedum hispanicum* L.

15. CYPERACEAE

1. *Carex acutiformis* Ehrh.
2. *Carex flacca* subsp. *erythrostachys* (Hoppe) Holub
3. *Carex riparia* subsp. *riparia* Curtis

16. EQUISETACEAE

1. *Equisetum arvense* L.

17. EUPHORBIACEAE

1. *Euphorbia amygdaloides* subsp. *amygdaloides* L.
2. *Euphorbia seguieriana* subsp. *seguieriana* Neck.

18. FABACEAE

1. *Dorycnium graecum* (L.) Ser.
2. *Dorycnium pentaphyllum* subsp. *herbaceum* (Vill.) Rouy
3. *Dorycnium rectum* (L.) Ser.
4. *Galega officinalis* L.
5. *Genista tinctoria* L.
6. *Hymenocarpos circinnatus* (L.) Savi
7. *Lathyrus laxiflorus* subsp. *laxiflorus* (Desf.) O.Kuntze
8. *Lathyrus palustris* subsp. *palustris* L.
9. *Lathyrus sphaericus* Retz.
10. *Lathyrus undulatus* Boiss.
11. *Lathyrus venetus* (Mill.) Wohlf.
12. *Medicago minima* var. *minima* (L.) Bartal.
13. *Medicago polymorpha* var. *vulgaris* (Benth.) Shinners
14. *Medicago sativa* subsp. *sativa* L.
15. *Onobrychis viciifolia* Scop.
16. *Ononis spinosa* subsp. *leiosperma* (Boiss.) Sirj.
17. *Securigera cretica* (L.) Lassen
18. *Scorpiurus subvillosus* var. *subvillosus* L.
19. *Trifolium arvense* var. *arvense* L.
20. *Trifolium cherleri* L.
21. *Trifolium constantinopolitanum* Ser.
22. *Trifolium hirtum* All.
23. *Trifolium ochroleucum* Huds.
24. *Trifolium pratense* var. *pratense* L.
25. *Trifolium purpureum* var. *purpureum* Lois.
26. *Trifolium repens* var. *repens* L.
27. *Trifolium resupinatum* var. *resupinatum* L.
28. *Trifolium stellatum* var. *stellatum* L.
29. *Trifolium striatum* L.

30. *Trifolium subterraneum* L.
31. *Vicia cassubica* L.
32. *Vicia cracca* subsp. *cracca* L.
33. *Vicia hybrida* L.
34. *Vicia lutea* var. *hirta* (Balbis) Loisel.
35. *Vicia sativa* subsp. *nigra* var. *nigra* (L.) Ehrh.
36. *Vicia villosa* subsp. *eriocarpa* (Hausskn.) P.W.Ball

19. FAGACEAE

1. *Fagus orientalis* Lipsky
2. *Quercus cerris* L.
3. *Quercus hartwissiana* Steven
4. *Quercus macranthera* subsp. *syspirensis* (K.Koch) Menitsky

20. GENTIANACEAE

1. *Blackstonia perfoliata* subsp. *perfoliata* (L.) Huds.
2. *Centaurium erythraea* subsp. *erythraea* Rafn.
3. *Centaurium maritimum* (L.) Fritsch

21. GERANIACEAE

1. *Geranium asphodeloides* Burm.f. subsp. *asphodeloides*

22. GUTTIFERAE

1. *Hypericum montbretii* Spach

23. HYPERICACEAE

1. *Hypericum bithynicum* Boiss.

24. IRIDACEAE

1. *Gladiolus italicus* L.
2. *Iris pseudacorus* L.
3. *Iris sintenisii* subsp. *sintenisii* Janka

25. LAMIACEAE

1. *Ajuga laxmannii* (Murray) Benth.
2. *Ajuga reptans* L.
3. *Clinopodium nepeta* subsp. *glandulosum* (Req.) Govaerts
4. *Clinopodium vulgare* subsp. *arundanum* (Boiss.) Nyman
5. *Glechoma hederacea* L.
6. *Prunella laciniata* (L.) L.
7. *Salvia forskahlei* L.
8. *Salvia verbenaca* L.
9. *Stachys germanica* subsp. *heldreichii* (Boiss.) Hayek
10. *Stachys sylvatica* L.
11. *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*
12. *Teucrium polium* L. subsp. *polium*
13. *Thymus longicaulis* subsp. *longicaulis* C.presl

26. LILIACEAE

1. *Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker
2. *Muscari neglectum* Guss. ex Ten.
3. *Ornithogalum wiedemanni* Boiss.

4. *Scilla bithynica* Boiss.

27. LYTHRACEAE

1. *Lythrum salicaria* L.

28. MALVACEAE

1. *Alcea biennis* Winterl
2. *Lavatera punctata* All.
3. *Malva nicaeensis* All.

29. MORACEAE

1. *Ficus carica* subsp. *carica* L.

30. OLEACEAE

1. *Phillyrea latifolia* L.

31. ONAGRACEAE

1. *Epilobium hirsutum* L.
2. *Oenothera biennis* L.

32. ORCHIDACEAE

1. *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.
2. *Orchis laxiflora* subsp. *laxiflora* Lam.

33. OROBANCHACEAE

1. *Parentucellia latifolia* subsp. *latifolia* (L.) Caruel
2. *Parentucellia viscosa* (L.) Caruel

34. PAPAVERACEAE

1. *Fumaria officinalis* subsp. *officinalis* L.
2. *Papaver dubium* subsp. *dubium* L.

35. PINACEAE

1. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe
2. *Pinus sylvestris* L.

36. PLANTAGINACEAE

1. *Globularia trichosantha* subsp. *trichosantha* Fisch. & C.A.Mey.
2. *Misopates orontium* (L.) Raf.

37. POACEAE

1. *Aira elegantissima* subsp. *elegantissima* Schur
2. *Anthoxanthum odoratum* subsp. *odoratum* L.
3. *Avena sativa* L.
4. *Avena sterilis* subsp. *sterilis* L.
5. *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv.
6. *Briza maxima* L.
7. *Briza media* L.
8. *Briza minor* L.
9. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng
10. *Bromus diandrus* Roth
11. *Bromus hordeaceus* subsp. *thominii* (Hardouin) Maire & Weiller
12. *Cynodon dactylon* var. *dactylon* (L.) Pers.
13. *Cynosurus cristatus* L.
14. *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata* L.

15. *Gaudinia fragilis* (L.) P.Beauv.
16. *Holcus lanatus* L.
17. *Hordeum murinum* subsp. *glaucum* (Steud.) Tzvelev
18. *Hordeum vulgare* L.
19. *Lagurus ovatus* L.
20. *Lolium perenne* L.
21. *Poa angustifolia* L.
22. *Poa pratensis* L.
23. *Poa trivialis* L.
24. *Vulpia bromoides* (L.) Gray
25. *Vulpia myuros* (L.) C.C.Gmel.

38. POLYGALACEAE

1. *Polygala pruinosa* subsp. *pruinosa* Boiss.
2. *Polygala supina* subsp. *supina* Schreb.

39. POLYGONACEAE

1. *Polygonum aviculare* L.
2. *Rumex pulcher* subsp. *raulini* (Boiss.) Rech.f.

40. PRIMULACEAE

1. *Anagallis arvensis* var. *arvensis* L.
2. *Primula acaulis* subsp. *acaulis* (L.) L.

41. RANUNCULACEAE

1. *Delphinium peregrinum* L.
2. *Nigella arvensis* L. subsp. *glauca* Boiss.
3. *Ranunculus constantinopolitanus* (DC.) d'Urv.
4. *Ranunculus cornutus* DC.
5. *Ranunculus marginatus* d'Urv.
6. *Ranunculus neapolitanus* Ten.

42. RHAMNACEAE

1. *Paliurus spina-christi* P. Mill.

43. ROSACEAE

1. *Crataegus microphylla* C. Koch subsp. *microphylla*
2. *Crataegus pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd.
3. *Potentilla buccoana* Clem.
4. *Potentilla recta* L.
5. *Potentilla reptans* L.
6. *Prunus spinosa* L.
7. *Rubus canescens* var. *canescens* DC.
8. *Rubus hirtus* Waldst. & Kit.
9. *Rubus tereticaulis* P.J.Müll.
10. *Sanguisorba minor* subsp. *balearica* (Bourg. ex Nyman) Muñoz Garm. & C.Navarro
11. *Sorbus torminalis* var. *torminalis* (L.) Crantz

44. RUBIACEAE

1. *Galium palustre* L.
2. *Galium spurium* subsp. *spurium* L.

45. SALICACEAE

1. *Populus tremula* subsp. *tremula* L.

46. SAPINDACEAE

1. *Acer campestre* L. subsp. *campestre*

47. SCROPHULARIACEAE

1. *Linaria pelisseriana* (L.) Mill.
2. *Linaria simplex* DC.
3. *Scrophularia scopolii* var. *scopolii* Hoppe ex Pers.
4. *Verbascum degenii* Halacsy.
5. *Verbascum phlomoides* L.
6. *Verbascum sinuatum* L. var. *sinuatum*
7. *Veronica anagalloides* Guss.
8. *Veronica chamaedrys* L.

48. SMILACACEAE

1. *Smilax excelsa* L.

49. SOLANACEAE

1. *Datura stramonium* L.
2. *Solanum decipiens* Opiz

50. ULMACEAE

1. *Ulmus minor* Mill.

51. VIOLACEAE

1. *Viola odorata* L.

Görsel 1. *Prospero autumnale* (L.) Speta

Görsel 2. *Centaurium erythraea* subsp. *erythraea* Rafn.

Görsel 3. *Echium italicum* L.

Görsel 4. *Datura stramonium* L.

Görsel 5. *Lythrum salicaria* L.

Görsel 6. *Gladiolus italicus* L.

Görsel 7. *Orchis laxiflora* subsp. *laxiflora* Lam.

Görsel 8. *Ajuga reptans* L.

Görsel 9. *Muscari neglectum* Guss. ex Ten.

Görsel 10. *Nigella arvensis* L. subsp. *glauca* Boiss.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Oflak Dağı ve çevresinde yapılan arazi çalışmalarında toplam bitki örneklerin değerlendirilmesi sonucu şu ana kadar 51 familyaya ait 145 cins, 218 tür ve türaltı seviyede takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan 50 tür (%23) Avrupa-Sibirya, 32 tür (%15) Akdeniz, 136 tür de çok bölgeli veya bilinmeyenlerden oluşmuştur. Bu taksonlardan 3 tür (%1,4) endemiktir. Çalışma alanının Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgede yer alması endemizm oranının düşük olmasının başlıca sebebidir. Bununla beraber alanın etrafında yerleşim yerlerinin olması, bazı bölgelerin tahribata uğraması, tarım alanlarının varlığı diğer sebepler arasında gösterilebilir.

Arazi çalışmalarının devamı ile alandaki familya, cins, tür ve türaltı takson sayısının ve çeşitliliğinin artacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Avcı M., *Türkiye'nin Flora Bölgeleri Ve 'Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Yaklaşım*, Türk Coğrafya Dergisi, 1993.

[2] Baytop, A., *İngilizce-Türkçe Botanik Kılavuzu*, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 1-375, 1998.

[3] Davis, P.H., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh, Vol. 1-9, 1965-1985.

[4] Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh, Vol. 10, 1988.

[5] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, H.C., *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Volume. 11, Edinburgh University Press, Edinburgh, 2000.

[6] Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K.H.C., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, (supple. 2), Edinburgh Univ. Press., Edinburgh, Vol. 11, 2000.

[7] (https://bizimbitkiler.org.tr/
(Erişim Tarihi: 23.08.2022)

[8] http://www.theplantlist.org/
(Erişim Tarihi: 18.05.2022)

IN VITRO KOŞULLARDA BAZI AĞIR METAL UYGULAMALARININ BEYAZ BAŞ LAHANA (*Brassica oleracea* var. *capitata f. alba*) ÜZERİNE ETKİLERİNİN SAPTANMASI

Arş. Gör. Ecem KARA[1], Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR [2]

[1] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, 0000-0002-0118-2673

[2] Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, 0000-0002-0362-5108

ÖZET

In vitro koşullarda yürütülen bu çalışmada beyaz baş lahana yetiştiriciliğinde ağır metallerin bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada ağır metal olarak; nikel, kobalt, bakır, krom, alüminyum, kurşun ve kadmiyum kullanılmıştır. Bu ağır metallerin kontrol (0 µM), 100 µM, 200 µM, 300 µM, 400 µM ve 500 µM konsantrasyonları, MS (Murashige ve Skoog 1962) besin ortamına eklenmiş ve *in vitro* koşullarda beyaz baş lahana tohumlarının ekimi yapılmıştır. Çalışma sonunda alınan bitki örneklerinde kök sayısı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yaprak uzunluğu, tohumlarda ise çimlenme ve kotiledon oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kurşunun kontrol ve 300 µM, bakırın kontrol, alüminyumun 500 µM, kobaltın kontrol ve 100 µM, nikelin 300 µM, kromun 500 µM, kadmiyumun kontrol ve 500 µM konsantrasyonları çimlenme oranı üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Kotiledon oluşum oranı üzerine, nikel, kurşun ve alüminyumun 300 µM, bakır ve kadmiyumun kontrol uygulaması, kobaltın 100 µM ve kromun 400 µM uygulamasının en yüksek değerleri oluşturduğu dikkat çekmiştir. Bitkiler kök uzunluğu açısından değerlendirildiğinde en uzun köklü bitkiler; bakırın kontrol ve 200 µM, kobalt ve kadmiyumun 100 µM, nikelin 200 µM, alüminyumun 300 µM uygulamalarından elde edilmiştir. Kurşun ve krom ağır metallerinin ise beyaz baş lahananın kök uzunluğu üzerine azaltıcı veya arttırıcı etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Kullanılan ağır metallerin genel olarak artan konsantrasyonlarının beyaz baş lahana bitkisinde sürgün gelişimi üzerine etkisinin olumsuz olduğu gözlenmiştir. Konsantrasyon arttıkça özellikle 300 µM üzerinde sürgün uzunluğunun azaldığı dikkat çekmiştir. Kök sayısı üzerine ağır metallerin etkisi incelendiğinde, kobalt ve kadmiyumun farklı konsantrasyonlarının etkisinin önemli olmadığı saptanmıştır. Kök sayısı en fazla olan bitkiler nikelin kontrol, bakırın kontrol ve 200 µM, kurşunun ise 200 ve 300 µM uygulamalarından elde edilmiştir. Genel olarak alüminyum ve kromun farklı konsantrasyonlarının kök sayısını arttırıcı etkide olduğu tespit edilmiştir. Kurşun, krom, bakır, nikel, kadmiyum ağır metallerinde en fazla kök sayısı kontrol ve 100 µM uygulamalarından elde edilirken, kobaltta 300 µM konsantrasyonundan elde edilmiştir. Alüminyum, nikel, krom ve kurşun ağır metallerinin yaprak sayısı üzerine azaltıcı veya arttırıcı etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Bakır, kobalt ve kadmiyumun etkisinin yaprak sayısı üzerinde önemli olduğu ve artan konsantrasyonlarının yaprak oluşumunu azalttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : *In vitro,* Ağır metal, Beyaz baş lahana

DETERMINING THE EFFECTS OF SOME HEAVY METAL APPLICATIONS ON WHITE CABBAGE (*Brassica oleracea var. capitata f. alba*) IN *IN VITRO* CONDITIONS

ABSTRACT

In this study carried out *in vitro* conditions, it was aimed to determine the effects of heavy metals on plant growth in white cabbage cultivation. As heavy metal in the research; Nickel, cobalt, copper, chromium, aluminum, lead and cadmium were used. Control (0 µM), 100 µM, 200 µM, 300 µM, 400 µM and 500 µM concentrations of these heavy metals were added to the MS (Murashige and Skoog 1962) nutrient medium and white cabbage seeds were cultivated under *in vitro* conditions. In the results of working, the number of roots, number of leaves, root length, leaf length, germination and cotyledon rates in seeds were determined in the plant samples taken. According to the results obtained; Concentrations of lead and 300 µM, copper control, aluminum 500 µM, cobalt control and 100 µM, nickel 300 µM, chromium 500 µM, cadmium control and 500 µM have positive effects on germination rate. On the cotyledon formation rate, it was noted that the highest data were observed in the control application of nickel, lead and aluminum, 300 µM, copper and cadmium, 100 µM of cobalt and 400 µM of chromium. When the plants are evaluated in terms of root length, the plants with the longest roots are; obtained from control and 200 µM applications of copper, 100 µM of cobalt and cadmium, 200 µM of nickel, and 300 µM of aluminum. It was determined that lead and chromium heavy metals did not have a reducing or increasing effect on the root length of white cabbage. It was observed that the generally increasing concentrations of the heavy metals used had a negative effect on shoot growth in white cabbage plant. It was noted that as the concentration increased, the shoot length decreased especially above 300 µM. When the effect of heavy metals on root number was examined, effect was found to be different concentrations of cobalt and cadmium was not significant. The plants with the highest number of roots were obtained from control of nickel, control and 200 µM of copper, and 200 and 300 µM of lead. In general, it has been determined that different concentrations of aluminum and chromium have an influence on increasing the number of roots. While the highest root number was obtained from control and 100 µM applications in lead, chromium, copper, nickel, cadmium heavy metals, it was obtained from 300 µM concentration in cobalt. It was determined that aluminum, nickel, chromium and lead heavy metals did not have a reducing or increasing impect on the number of leaves. It has been determined that the effect of copper, cobalt and cadmium is significant on the number of leaves and their increasing concentrations reduce leaf formation.

Keywords: Heavy Metal, *In vitro, Brassica oleracea var. capitata f. rubra*

1.GİRİŞ

Ağır metal (HM) toksisitesi, bitkilerde tehlikeli etkilere yol açan başlıca abiyotik streslerden biridir (Hossain ve ark. 2012). Aydinalp ve Marinova (2009), doğadaki bitkilerin sürekli olarak abiyotik ve biyotik streslerle karşı karşıya kaldığı Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Cd, Zn, Hg ve arsenik gibi ağır metaller, endüstriyel atıklar, gübre uygulamaları ve kanalizasyon atıkları topraklarda

biriktirmektedir (Ghori ve ark., 2019). Bu faaliyetler, metallerin yeraltı suyuna sızmasına veya toprak yüzeyinde birikmesine neden olmaktadır (Gupta ve Ali 2002; Ali ve Aboul-Enein 2006; Ali ve ark., 2009; Aydınalp ve Marinova 2009; Gupta ve Ali 2012; Dağhan ve Öztürk 2015; Hakeem ve ark. 2015; Öztürk ve ark., 2015a,b; Basheer 2018a; Ghori ve ark., 2019). Topraklarda ağır metal birikimi, gıda güvenliği ve pazarlanabilirlik açısından olumsuz etkileri barındırmakta, fitotoksisite nedeniyle de mahsul büyümesi ve toprak organizmalarının çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri barındırmaktadır (Gill, 2014). Lahana havuç, soğan ve pancardan sonra dünyada en çok yetiştirilen sebze olup sebze üretimi ve pazarlamasında da önemli bir rol oynamaktadır (Hallmann ve ark., 2017). Besin değeri yüksek bir sebze olan lahana ülkemizde sevilerek tüketilmektedir. FAO'ya göre 2020 yılı için dünya lahana üretimi 70.862.165 milyon ton, ekim alanı ise 2.414.288 milyon hektar'dır. Üretim miktarı bakımından ilk sırayı Çin (33.797.401 ton), ikinci sırayı Hindistan (9.207.000 ton), üçüncü sırayı Rusya (2.629.615 ton) almaktadır. Ülkemiz lahana üretimi 597.910 ton olup en fazla Samsun (143.241 ton) da üretim yapılmaktadır. Bu ilimizi Niğde (135.495 ton) ve Bursa (34.830 ton) izlemektedir (TÜİK, 2021). Bu çalışmada *in vitro* koşullarda beyaz baş lahana (*Brassica oleracea var. capitata f. alba*) tohumlarına alüminyum (Al), kurşun (Pb), krom (Cr), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), nikel (Ni), ve bakır (Cu) ağır metallerinin farklı dozlarda hazırlanarak tohum çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan tohumlar BT-Bafra beyaz baş lahana çeşidine aittir. Araştırma, 2022 yılında Cumhuriyet Teknokent bünyesinde kurulmuş olan AgroGeneTech bitki doku kültürü laboratuvarında *in vitro* şartlarda sürdürülmüştür.

2.2. Yöntem

2.2.1. Tohumların sterilizasyonu

Çalışmada kullanılan kırmızı baş lahananın tohumları kültüre alınmadan önce yüzey sterilizasyonları sağlanmıştır. Bu amaçla tohumlar, steril kabin içerisinde %20'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dk bekletilmesinin ardından steril saf su ile yıkama işlemi yapılmıştır.

2.2.2. Kullanılan besin ortamlarının hazırlığı ve kültür şartları

Araştırmada, MS besin ortamına yedi farklı ağır metal ve bunların beş farklı konsantrasyonu eklenerek toplam 42 farklı besin ortamı hazırlanmıştır. Bu besin ortamlarından her bir ağır metal için kontrol grubunu oluşturması amacıyla yedi tanesine ağır metal uygulanmamıştır. Ağır metallerin 100 µM, 200 µM, 300 µM, 400 µM ve 500 µM konsantrasyonları kullanılmıştır Çalışma boyunca kullanılan ağır metaller ve bunların adlandırması Çizelge 1' de verilmiştir.
4.4 g/l MS içerisine, 30 g/l sakkaroz eklenerek pH 5.8' e ayarlanmasının ardından 7 g/l agar ilavesi yapılmıştır. Besin ortamları içerisindeki ağır metallerin çözünmesini sağlamak amacıyla kaynamaya bırakılmıştır. Kaynaması sağlanan ortamlar, 15 dakika boyunca 121°C sıcaklıkta, 1.2 atmosfer basınçta otoklavda steril edilmiştir. Sterilizasyon işlemi tamamlanan ortamların steril kabin içerisinde ¾ 'ü dolu olacak şekilde steril petrilere dökümü gerçekleştirilmiştir. Ortamlar soğuyup katılaşana kadar petriler kabin içerisinde bekletilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ağır metaller ve adlandırılması

Konsantrasyonlar	*Ağır Metallerin Adlandırması*						
	Alüminyum	**Bakır**	**Kadmiyum**	**Kurşun**	**Krom**	**Kobalt**	**Nikel**
Kontrol	Al-K	Cu-K	Cd-K	Pb-K	Cr-K	Co-K	Ni-K
100 µM	Al-1	Cu-1	Cd-1	Pb-1	Cr-1	Co-1	Ni-1
200 µM	Al-2	Cu-2	Cd-2	Pb-2	Cr-2	Co-2	Ni-2
300 µM	Al-3	Cu-3	Cd-3	Pb-3	Cr-3	Co-3	Ni-3
400 µM	Al-4	Cu-4	Cd-4	Pb-4	Cr-4	Co-4	Ni-4
500 µM	Al-5	Cu-5	Cd-5	Pb-5	Cr-5	Co-5	Ni-5

2.2.3. Deneme planı, incelenen kriterler ve istatistik analizleri

Araştırmada, alüminyum, bakır, kadmiyum, kurşun, krom, kobalt ve nikel ağır metallerinin 100 µM, 200 µM, 300 µM, 400 µM ve 500 µM konsantrasyonları *in vitro* koşullarda kırmızı baş lahana tohumlarının gelişimi üzerine etkileri kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak kıyaslanmıştır. Bu amaçla çalışma, uygulamaların tamamı 4 tekerrür ve her tekerrürde 5 petri (her bir uygulamada 100 tohum) olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme düzenine göre kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına, varyans analizleri gerçekleştirilmiş ve önemli çıkan uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenerek harflendirme yapılmıştır. İstatistik analizlerinde JMP 8.01 programı kullanılmıştır.

Araştırmada;

- Çimlenen tohum oranı (%),
- Kotiledon oranı (%),
- Yaprak sayısı (adet)
- Kök sayısı (adet),
- Sürgün uzunluğu (cm),
- Kök uzunluğu (cm), parametreleri ölçülmüştür.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Değişik ağır metallerle hazırlanmış ortamlarda beyaz baş lahana'nın çimlenme ve kotiledon oranlarının belirlenmesi

Farklı ağır metaller hazırlanan ortamlarda beyaz baş lahanada çimlenen tohum oranı (%), kotiledon oranı (%) Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeye göre çimlenen tohum ve kotiledon oranları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çimlenen tohum oranı bakımından en yüksek; Ni ağır metalinde Ni-3 (%72.00), Co ağır metalinde Co-K (%69.00), Cu ağır metalinde Cu-K (%63.00), Cr ağır metalinde Cr-5 (%67.00), Al ağır metalinde Al-5 (%67.00), Pb ağır metalinde Pb-K (%64.00), Cd ağır metalinde ise Cd-K (%68.00) ve Cd-5 (%67.00) ortamlarında tespit edilmiştir.

Kotiledon oranları içerisinde en yüksek Ni ağır metalinde Ni-3 (%72.00), Co ağır metalinde Co-1 (%66.00), Cu ağır metalinde Cu-K (%61.00), Cr ağır metalinde Cr-4 (%59.00), Al ağır metalinde Al-3 (%57.00), Pb ağır metalinde Pb-3 (%57.00), Cd ağır metalinde ise Cd-K (%64.00) ortamlarında elde edilmiştir. Baran ve ark. (2022), beş faklı dozda krom ağır metalinin hıyar tohumlarının çimlenme (%) belirlemişlerdir. Çimlenme oranı en yüksek K2

ortamında (%94.58) en düşük K5 ortamında (% 83.00) elde etmişlerdir. Sevim ve ark. (2022), sorgumda farklı dozlarda hazırlanmış krom ağır metalinde çimlenme en yüksek K1 ortamından (% 84.12), en düşük çimlenme K3 ortamında (% 70.03) belirlemişlerdir.

Çizelge 2. Farklı ağır metallerde hazırlanan ortamlarda çimlenen tohum sayısı ve kotiledon oranı

	Ni-K	**Ni-1**	**Ni-2**	**Ni-3**	**Ni-4**	**Ni-5**	**LSD***=1.78**
Çimlenen Tohum Sayısı (%)	63.00 C	54.00 E	60.00 D	72.00 A	69.00 B	54.00 E	
	Co-K	Co-1	Co-2	Co-3	Co-4	Co-5	LSD***=1.78
	69.00 A	69.00 A	63.00 B	54.00 D	62.00 B	58.00 C	
	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD***=1.78
	63.00 A	46.67 E	57.00 D	59.00 BC	60.00 B	58.00 CD	
	Cr-K	Cr-1	Cr-2	Cr-3	Cr-4	Cr-5	LSD***=1.78
	55.00 D	56.00 D	46.00 E	62.00 C	64.00 B	67.00 A	
	Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	LSD***=1.78
	60.00 C	53.00 D	50.00 E	62.00 B	60.00 C	64.00 A	
	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD***=1.78
	64.00 A	51.00 D	57.44 C	63.00 A	56.00 C	61.00 B	
	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD***=1.78
	68.00 A	58.00 B	57.00 B	46.00 D	48.00 C	67.00 A	
Kotiledon Oranı (%)	Ni-K	Ni-1	Ni-2	Ni-3	Ni-4	Ni-5	LSD***=1.78
	61.00 B	52.00 D	58.00 C	72.00 A	53.00 D	42.00 E	
	Co-K	Co-1	Co-2	Co-3	Co-4	Co-5	LSD***=1.78
	63.00 B	66.00 A	52.00 E	51.00 E	61.00 C	55.00 D	
	Cu-K	Cu-1	Cu-2	Cu-3	Cu-4	Cu-5	LSD***=1.78
	61.00 A	43.33 D	54.00 B	50.00 C	51.00 C	51.00 C	
	Cr-K	Cr-1	Cr-2	Cr-3	Cr-4	Cr-5	LSD***=1.78
	50.00 D	47.00 E	41.00 F	52.00 C	59.00 A	55.00 B	
	Al-K	Al-1	Al-2	Al-3	Al-4	Al-5	LSD***=1.78
	52.00 C	42.00 F	44.00 E	57.00 A	48.00 D	54.00 B	
	Pb-K	Pb-1	Pb-2	Pb-3	Pb-4	Pb-5	LSD***=1.78
	55.00 B	51.06 C	49.00 D	57.00 A	52.00 C	56.00 AB	
	Cd-K	Cd-1	Cd-2	Cd-3	Cd-4	Cd-5	LSD***=1.78
	64.00 A	55.00 B	48.00 C	29.00 E	37.00 D	54.00 B	

1. Aynı satır üzerinde farklı şekilde harflendirilen uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir.
2. ***p ≤ 0.001. **p ≤ 0.01. * P≤ 0.05. ve ÖD, Önemli değil anlamına gelmektedir.

3.2. Değişik ağır metallerle hazırlanmış ortamlarda beyaz baş lahananın yaprak sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğunun belirlenmesi

Çizelge 3'de farklı ağır metaller ile hazırlanan ortamlarda beyaz baş lahanada kök uzunluğu, kök sayısı, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı gösterilmiştir. Çizelgeye göre yaprak sayısı bakımından kobalt, bakır ve kadmiyum ortamları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak sayısı en yüksek Co ağır metalinde Co-K (2.67 adet), Co-1 (2.67 adet), Cu ağır metalinde Cu-2 (2.44 adet) Cd ağır metalinde Cd-K (2.33) elde edilmiştir. Sürgün uzunluğu incelendiğinde değişik ortamlarla hazırlanmış ağır metallerin tamamı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek sürgün uzunluğu Ni-K (29.63 mm), Co-1 (30.52 mm), Cu-K (27.74 mm), Cr-2 (34.13 mm), Al-K (29.92 mm) ve Pb-5 (28.07 mm) ortamlarında görülmüştür. Kök sayısı bakımından kobalt ve kadmiyum ortamları hariç diğer ağır metaller istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ortamlar arasında en yüksek kök sayısı Nikel

ortamında Ni-K (3.56 adet), bakır ortamında Cu-K (2.44 adet), kromda Cr-1 (3.22 adet) alüminyumda Al-K (2.78 adet), kurşunda ise Pb-3 (3.11 adet) tespit edilmiştir. Çizelgeye göre kök uzunluğu incelendiğinde krom ve kurşun ortamları dışında diğer ağır metaller istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu sırasıyla nikel ortamında Ni-2 (56.61 mm), kobalt ortamında Co-1 (65.70 mm), bakır ortamında Cu-K (38.02 mm), alüminyum ortamında Al-K (51.47 mm) ve kadmiyum ortamında Cd-K (48.96 mm) elde edilmiştir. Ayhan ve ark. (2007), mısır'ın bazı çeşitlerine ait tohumları erken fide evresinde değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış kadmiyum uygulamalarına maruz bırakmışlardır. Çimlenme yüzdeleri çeşitlerde önemli bir değişim göstermezken koleoptil ve kök uzunluklarındaki azalma dikkate değer olmuştur. Yılmaz ve Kökten (2019), tane sorguma kadmiyumun farklı dozları (25, 50, 75, 100, 125 ppm) uygulanarak bitkinin morfolojik özelliklerinde oluşabilecek değişimleri incelemişlerdir. Bu kapsamda konsantrasyonların artmasıyla, gövde oranı artarken; bitkinin gövde çapı, salkımların boyları, bin tane ağırlığı ve salkım oranının azaldığını bildirmişlerdir. Tunçtürk ve ark., (2020), *Trigonella foenum-graecum* L bitkisinin kadmiyum stresine verdiği tepkinin incelendiği çalışmada, Cd dozları artması strese bağlı büyüme parametrelerinde azalmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Ertekin ve Bilgen (2021)'in at dişi mısırda değişik ağır metal etkilerini belirlediği çalışma kapsamında, diğer ağır metallere kıyasla Hg ve Cd ağır metallerinin belirli konsantrasyonlarının daha yüksek toksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Baran ve ark. (2022), beş faklı dozda alüminyum ağır metalinin hıyar tohumlarında gelişen bitkilerin kök uzunluğu (cm) belirlemişlerdir. Kök uzunluğu en yüksek F4 (3.85 cm) ortamında en düşük F2 (2.92 cm) ortamında elde etmişlerdir. Sevim ve ark. (2022), sorgumda farklı dozlarda hazırlanmış kobalt ağır metalinde en yüksek bitki boyu (15.83 cm) ve yaprak sayısı (6.56 adet) D1 ortamında belirlemişlerdir.

Çizelge 3. Farklı ağır metallerde hazırlanan ortamlarda yaprak sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu

	Ni-K	**Ni-1**	**Ni-2**	**Ni-3**	**Ni-4**	**Ni-5**	**LSD=Ö.D.**
	2.33	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00	
	Co-K	**Co-1**	**Co-2**	**Co-3**	**Co-4**	**Co-5**	**LSD***=0.38**
	2.67 A	2.67 A	2.33 AB	2.22 B	2.00 B	2.11 B	
	Cu-K	**Cu-1**	**Cu-2**	**Cu-3**	**Cu-4**	**Cu-5**	**LSD***=0.31**
	2.33 AB	2.11 BC	2.44 A	2.00 C	2.00 C	2.00 C	
Yaprak Sayısı (adet)	**Cr-K**	**Cr-1**	**Cr-2**	**Cr-3**	**Cr-4**	**Cr-5**	**LSD=Ö.D.**
	2.33	2.52	2.56	2.44	2.33	2.56	
	Al-K	**Al-1**	**Al-2**	**Al-3**	**Al-4**	**Al-5**	**LSD=Ö.D.**
	2.44	2.56	2.33	2.67	2.22	2.44	
	Pb-K	**Pb-1**	**Pb-2**	**Pb-3**	**Pb-4**	**Pb-5**	**LSD=Ö.D.**
	2.67	2.56	2.89	3.11	2.89	3.00	
	Cd-K	**Cd-1**	**Cd-2**	**Cd-3**	**Cd-4**	**Cd-5**	**LSD***=0.27**
	2.33 A	2.00 B	2.00 B	2.00 B	2.00 B	2.00 B	
	Ni-K	**Ni-1**	**Ni-2**	**Ni-3**	**Ni-4**	**Ni-5**	**LSD***=3.68**
	29.63 A	31.22AB	24.31 B	13.17 C	9.79 CD	7.50 D	
	Co-K	**Co-1**	**Co-2**	**Co-3**	**Co-4**	**Co-5**	**LSD***=3.60**
	25.41 B	30.52 A	21.50 B	15.54 C	13.20 CD	10.27 D	
Sürgün Uzunluğu (mm)	**Cu-K**	**Cu-1**	**Cu-2**	**Cu-3**	**Cu-4**	**Cu-5**	**LSD***=3.39**
	27.74 A	10.71 B	28.70 A	8.14 B	9.15 B	8.39 B	
	Cr-K	**Cr-1**	**Cr-2**	**Cr-3**	**Cr-4**	**Cr-5**	**LSD***=5.66**
	26.74 C	32.63AB	34.13 A	20.99 D	27.22 BC	29.54ABC	

	Al-K	**Al-1**	**Al-2**	**Al-3**	**Al-4**	**Al-5**	**LSD**=4.12**
	29.92 A	26.48AB	19.43 C	23.00BC	13.44 D	23.21 BC	
	Pb-K	**Pb-1**	**Pb-2**	**Pb-3**	**Pb-4**	**Pb-5**	**LSD*=0.85**
	17.64 C	20.25BC	19.07 C	25.79AB	22.19ABC	28.07 A	
	Cd-K	**Cd-1**	**Cd-2**	**Cd-3**	**Cd-4**	**Cd-5**	**LSD***=3.17**
	29.60 A	22.56 B	20.87 B	13.15 C	12.18 C	12.39 C	
	Ni-K	**Ni-1**	**Ni-2**	**Ni-3**	**Ni-4**	**Ni-5**	**LSD***=0.50**
Kök Sayısı (adet)	3.56 A	2.56 B	2.56 B	1.56 C	1.22 C	1.00 C	
	Co-K	**Co-1**	**Co-2**	**Co-3**	**Co-4**	**Co-5**	**LSD=Ö.D.**
	2.33	1.78	2.56	2.44	1.67	2.22	
	Cu-K	**Cu-1**	**Cu-2**	**Cu-3**	**Cu-4**	**Cu-5**	**LSD***=0.48**
	2.44 A	1.33 B	2.33 A	1.22 B	1.22 B	1.11 B	
	Cr-K	**Cr-1**	**Cr-2**	**Cr-3**	**Cr-4**	**Cr-5**	**LSD*=0.68**
	2.78 A	3.22 A	2.78 A	2.56 AB	2.00 B	2.78 A	
	Al-K	**Al-1**	**Al-2**	**Al-3**	**Al-4**	**Al-5**	**LSD**=0.66**
	2.78 A	2.67 A	2.78 A	2.33 A	1.44 B	2.33 A	
	Pb-K	**Pb-1**	**Pb-2**	**Pb-3**	**Pb-4**	**Pb-5**	**LSD**=0.85**
	2.00 BC	1.78 C	3.11 A	2.89 A	1.88 BC	2.67 AB	
	Cd-K	**Cd-1**	**Cd-2**	**Cd-3**	**Cd-4**	**Cd-5**	**LSD=Ö.D.**
	1.22	1.00	1.11	1.00	1.00	0.89	
	Ni-K	**Ni-1**	**Ni-2**	**Ni-3**	**Ni-4**	**Ni-5**	**LSD***=5.32**
Kök Uzunluğu (mm)	46.73 B	51.76AB	56.61 A	13.80 C	13.44 C	8.06 C	
	Co-K	**Co-1**	**Co-2**	**Co-3**	**Co-4**	**Co-5**	**LSD***=8.85**
	36.62 B	65.70 A	39.08 B	29.86BC	25.84CD	19.47 D	
	Cu-K	**Cu-1**	**Cu-2**	**Cu-3**	**Cu-4**	**Cu-5**	**LSD***=6.46**
	38.02 A	12.26 B	34.14 A	5.78 C	5.03 C	6.40 C	
	Cr-K	**Cr-1**	**Cr-2**	**Cr-3**	**Cr-4**	**Cr-5**	**LSD= Ö.D.**
	32.72	44.78	46.25	31.62	42.44	34.58	
	Al-K	**Al-1**	**Al-2**	**Al-3**	**Al-4**	**Al-5**	**LSD***=15.15**
	45.94 A	51.47 A	40.96 A	48.50 A	21.72 B	28.99 B	
	Pb-K	**Pb-1**	**Pb-2**	**Pb-3**	**Pb-4**	**Pb-5**	**LSD=Ö.D.**
	58.73	49.79	50.56	67.99	62.38	59.52	
	Cd-K	**Cd-1**	**Cd-2**	**Cd-3**	**Cd-4**	**Cd-5**	**LSD***=7.94**
	48.96 A	45.93 A	31.65 B	8.58 C	7.82 C	4.14 C	

4.SONUÇ

Farklı ağır metal uygulamalarının bulunduğu bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, beyaz lahana bitkisinin ağır metale verdiği tepki ağır metalin cinsine, konsantrasyonuna ve bitkinin içerisinde bulunduğu vejetasyon dönemine göre farklılık göstermektedir. Bazı ağır metallerin artan konsantrasyonlarının çimlenme ve kotiledon oluşumunu teşvik etmesine rağmen, yaprak sayısı, kök uzunluğu gibi büyüme parametreleri üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğu dikkat çekmiştir. Bazı ağır metal grupları ise çimlenme gücünü düşürürken diğer büyüme parametreleri üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere ağır metallerin bitki fizyolojisine etkisi oldukça fazladır. Bu nedenle farklı ağır metallerle bu çalışmalar tekrarlanıp, bitkilerin stres koşullarında nasıl tepki vereceğini belirlemenin literatüre büyük ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

Ali, I., Aboul-Enein, H.Y., (eds) 2006. Instrumental methods in metal ion speciation. CRC Press, Boca Raton.

Ali, I., Aboul-Enein, H.Y., Gupta, V.K., 2009. Nanochromatography and nanocapillary electrophoresis: pharmaceutical and environmental analyses. Wiley, Hoboken

Aydinalp, C., Marinova, S., 2009. The efects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (Medicago sativa). Bulg J Agric Sci 15(4):347–350

Ayhan, B., Ekmekçi, Y., & Tanyolaç, D., 2007. Erken fide evresindeki bazı mısır çeşitlerinin ağır metal (kadmiyum ve kurşun) stresine karşı dayanıklılığının araştırılması. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2), 411-422.

Baran, O., Kara, E., Karaköy, T., Baktemur, G. (2022). In Vitro Koşullarda Uygulanan Bazı Ağır Metallerin Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. 8th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference June 4-6, 2022, 1296-1314. Mardin, Turkey.

Basheer, A.A., 2018a. Chemical chiral pollution: impact on the society and science and need of the regulations in the 21st century. Chirality 30(4):402–406

Dağhan, H., Ozturk, M., 2015. Soil pollution in Turkey and remediation methods. In: Hakeem K, Sabir M, Ozturk M, Mermut A (eds) Soil remediation and plants: prospects and challenges. Elsevier, New York, pp 287–312

Ertekin, E. N. & Bilgen, M. (2021). Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)'da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri . Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma , 14 (2) , 198-207 . DOI: 10.46309/biodicon.2021.889901

FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. http://faostat.fao.org/ Son erişim tarihi: 08/09/2022

Ghori, N.H., Ghori, T., Hayat, M.Q., Imadi, S.R. Gul, A., Altay, V., Ozturk, M., 2019. Heavy metal stress and responses in plants. International Journal of Environmental Science and Technology (2019) 16:1807–1828.

Gil., 2014. Heavy metal stress in plants: a review. International Journal of Advanced Research. 2014, Volume 2, Issue 6, 1043-1055

Gupta, V.K., Ali, I., 2002. Encyclopedia of surface and colloid science. Marcel Dekker, New York, pp 136–166

Gupta, V.K., Ali, I., 2012. Environmental water: advances in treatment, remediation and recycling. Elsevier, Dordrecht

Hakeem, K.R., Sabir, M., Ozturk, M., Mermut, A., 2015. Soil remediation and plants: prospects and challenges. Elsevier, London, p 724

Hallmann, E., Kazimierczak, R., Marszałek, K., Drela, N., Kiernozek, E., Toomik, P., Matt, D., Luik, A., and Rembiałkowska, E., 2017. The Nutritive Value of Organic and Conventional White Cabbage (*Brassica Oleracea* L. Var. Capitata) and Anti-Apoptotic Activity in Gastric Adenocarcinoma Cells of Sauerkraut Juice Produced Therof. J. Agric. Food Chem. 65, 8171−8183.

Ozturk, M., Ashraf, M., Aksoy, A., Ahmad, M.S.A., (eds) 2015a. Phytoremediation for green energy. Springer, New York

Ozturk, M., Ashraf, M., Aksoy, A., Ahmad, M.S.A. (eds) 2015b. Plants, pollutants & remediation. Springer, New York

Sevim, A., Yüce, İ., Bekiş, P., Çilesiz, Y., Karaköy, T. (2022). In Vitro Koşullarda Uygulanan Bazı Ağır Metallerin Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. 8th International Mardin Artuklu Scientific Researches Conference June 4-6, 2022, 1283-1295. Mardin, Turkey

Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., Nohutçu, L., 2020. Kadmiyum Stresi Altında Yetiştirilen *Trigonella foenum-graecum* L. Bitkisinin Bazı Büyüme ve Fizyolojik Parametrelerinin İncelenmesi. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.) 8 (2): 455–464

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: 08/09/2022

Yılmaz, H.Ş., Kökten, K., 2019. Kadmiyum (Cd) Uygulamasının Tane Sorgumda (*Sorghum bicolor* L.) Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(3): 447–456.

EGE 6. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ
IZMIR
10 - 11 EYLÜL 2022

TOPRAKTA NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ (NTE) ve KİMYASAL DAVRANIŞLARI

Doç. Dr. Serpil SAVCI [1], Doç. Dr. Güllü KIRAT [2]

[1] Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2015-2223

[2] Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1167-0574

ÖZET

Nadir toprak elementleri (NTE), kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine benzer 17 elementin bir grubudur. Bu elementler, seramik ve cam sanayinden, lazer üretimine, elektronik cihazların üretiminden petrol katalizörlüğüne kadar geniş bir endüstriyel kullanım alanına sahiptir. Nadir toprak elementleri tarımsal faaliyetlerde ürünlerin büyümesini iyileştirmek amacıyla gübre olarak da kullanılmakta bu durum da topraktaki konsantrasyonlarının artışını hızlandırmaktadır. Bunun yanı sıra kesme, işleme, patlatma, delme gibi madencilik faaliyetleri sonucunda toksik kimyasallar, nadir toprak elementi içeren tozların toprağı ve bitki örtüsünü ve vahşi yaşamı olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Nadir toprak elementleri toprakta jeolojik ana materyallerden de kaynaklanabilmektedir. Nadir toprak elementi madenciliği uygunsuz hava şartları da göz önüne alındığında sadece toprağı kirletmekle kalmayıp, havayı, suyu ve insan sağlığını da tehlikeye atmaktadır. Bu elementlerin topraktaki çevresel davranışlarının düşük çözünürlükleri nedeniyle daha baskın olduğu yapılan araştırmalarda görülmüştür. Nadir toprak elementlerinin, toprakta fosfatlar, florokarbonlar, oksidazlar ve silikat minerallerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Düşük çözünürlüğe sahip olan nadir toprak elementleri bu minerallerle kompleks oluşturabilir bu durum da ekosistemlerde, özellikle sulu fazında düşük çözünmüş konsantrasyonlara neden olabilir. Toprak, insan hayatının bütün alanlarında, sürdürülebilirlik ve ekonomik gelişme için en önemli kaynaklardan birisini oluşturmaktadır. Sanayi devrimi ile birlikte, endüstriyel gelişmeler artmış, insan faaliyetleri sonucu bertaraf edilemeyen veya standartlara uygun olarak arıtılamayan atıklar alıcı ortamlara ve toprağa deşarj edilmiştir. Bu durum toprağın yapısı bozulmakla kalmamış, insan sağlığı ve çevre kalitesini de olumsuz yönde etkilemiştir. Salgın hastalıklar artmış, insanoğlu çok büyük çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bu bildirinin amacı, toprakta bulunan nadir toprak elementlerinin kimyasal davranışlarını çevresel faktörler göz önüne alınarak incelemektir. Bildiride nadir toprak elementlerinin topraktaki dağılımı, birikimi, çevresel kalite açısından etkileri ve gelecekte yapılabilecek çalışmalar anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, nadir toprak elementleri, kimyasal davranış.

ABSTRACT: Rare earth elements (REE) are a group of 17 elements with similar chemical and physical properties. These elements have a wide range of industrial uses, from the ceramic and glass industry, to laser production, from the manufacture of electronic devices to petroleum catalyst. Rare earth elements are also used as fertilizers to improve the growth of crops in agricultural activities, which accelerates the increase in their concentration in the soil. In addition, it is known that as a result of mining activities such as cutting, processing, blasting and drilling, toxic chemicals and dust containing rare earth elements adversely affect the soil

and vegetation and wildlife. Rare earth elements can also originate from geological parent materials in the soil. Rare earth element mining not only pollutes the soil, but also endangers the air, water and human health, given the unfavorable weather conditions. Studies have shown that the environmental behavior of these elements in the soil is more dominant due to their low solubility. Rare earth elements appear to be concentrated in phosphates, fluorocarbons, oxidases and silicate minerals in the soil. Rare earth elements with low solubility can form complexes with these minerals, resulting in low dissolved concentrations in ecosystems, especially in the aqueous phase. Soil is one of the most important resources for sustainability and economic development in all areas of human life. With the industrial revolution, industrial developments increased, and the wastes that could not be disposed of as a result of human activities or treated in accordance with the standards were discharged to the receiving environment and soil. This situation not only deteriorated the structure of the soil, but also negatively affected human health and environmental quality. Epidemics have increased, and humankind has faced enormous environmental problems. The aim of this paper is to examine the chemical behavior of rare earth elements in the soil by considering environmental factors. In the paper, the distribution of rare earth elements in the soil, their accumulation, their effects in terms of environmental quality and future studies are explained.

Keywords: Environment, rare earth elements, chemical behavior.

1. GİRİŞ

Toprak, insan sürdürülebilirliği ve gelişimi açısından ekosistemdeki en önemli bileşenlerden biridir. Toprak kirliliği, insan yapımı kimyasalların varlığı veya doğal toprak ortamındaki diğer değişiklikler tarafından oluşabilir. Bununla birlikte, petrol arama, geliştirme, üretim, arıtma ve depolama sahalarının yakınında ve çevresinde toprak kirliliği, kesinlikle insanın antropojenik faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Toprağın kirlenmesi, sondaj işlemleri sırasında sıvıların dökülmesi ve kamyonla veya atık su boru hatları yoluyla nakliye sırasında ve kuyu muhafazalarının ve ekipman arızalarının ve boruların ve tankların korozyonunun meydana gelmesiyle oluşabilir. Bazı bölgelerde atık su arıtma tesislerine aktarılmaktadır (Gilmore vd., 2014); bununla birlikte, tesisler birkaç antropojenik veya doğal olarak oluşan bileşikleri gideremememektedir. Bazen bu atık sular alıcı ortamlara ve toprağa verilebilir (Saleh ve ark., 2022).

Katma değer ve birincil hammadde olarak nadir toprak talebi birçok sektör için artmıştır. En önemli kullanım alanları, rüzgâr türbinlerinde, elektrikli araçlarda, hassas güdümlü silahlarda, bilgisayarlarda, ses ekipmanlarında, otomobillerde ve daha pek çok yerde bileşen olarak bulunmaktadır. Ayrıca, düşük miktarlarda, petrol rafinasyonu sırasında sıvı parçalama katalizörleri olarak, optik cam üretiminde ve enerji verimli aydınlatma için fosfor bileşenleri olarak kullanılırlar. Öte yandan, madencilik ve işlemenin yanı sıra bu bileşikleri içeren malzemelerin uygunsuz şekilde elden çıkarılmasından kaynaklanan NTE kirliliği riskleri, potansiyel olarak çevrede yüksek seviyelere yol açabilir (Carpenter ve ark., 2015; Saleh ve ark., 2022).

Çevresel numunelerde NTE'lerinin belirlenmesi, çeşitli biyolojik materyallerdeki eser konsantrasyonların nicel bir değerlendirmesine izin veren hassas analitik tekniklerin eksikliği nedeniyle sınırlı sayıdadır (Hu ve ark., 2006).
Topraktaki NTE'leri ağırlıklı olarak floro karbonatlar, fosfatlar, silikatlar ve oksitler gibi minerallerde yoğunlaşmıştır. Toprakta suda çözünür durumda, bitki kökleri ve toprak mikroorganizmaları tarafından doğrudan alınabilen sınırlı miktarda nadir toprak elementi bulunmaktadır (Hu ve ark., 2006).
Bu bildiride, nadir toprak elementlerinin, topraktaki davranışları, yer değiştirmeleri çevresel açıdan kirlilik boyutu değerlendirilmiştir.

2.NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN TOPRAKTAKİ KAYNAKLARI ve DAVRANIŞLARI

Nadir toprak elementleri (NTE) "yeşil" teknolojilerde bulunmaktadır. Madencilik arttıkça, toprak kirliliği de dâhil olmak üzere ortaya çıkan çevresel etkiler de artmaktadır. "Yeşil" teknolojilerin gerçekten sürdürülebilir olarak kabul edilmesi için, yaşam döngülerinin etkilerinin ele alınması ve mümkün olduğunda kaynak geri kazanımının uygulandığının garanti edilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir ve temiz üretim açısından bakıldığında, kirlenmiş topraklar da dâhil olmak üzere her tür atık giderilmeli ve yaşam döngülerinde kullanılmalıdır ve genellikle ilk başta madencilik yapılan kirleticilerden başlanmalıdır (Lima ve Ottosen, 2021).

NTE yumuşak, dövülebilir ve iyi elektrik iletkenleridir, bu da onları otomotiv, nükleer, petrol, elektronik (piller, kulaklıklar, TV'ler), yenilenebilir enerji, arabalar, fosfor, seramik gibi çeşitli temel teknolojilerdeki uygulamalar için uygun hale getirmektedir. Toprak ortamında NTE kaynakları, madencilik ve mineral işleme, katalizörlerin endüstriyel üretimi, elektronik, gübreler, çöp deponi sahaları sayılabilir (Lima ve Ottosen, 2021).

NTE'leri çevreye tüketici ve endüstriyel ürünlerin (örneğin çöp deponi alanları), madencilik ve mineral işlemeden kaynaklanan deşarjlar ve NTE kullanan endüstriyel süreçlerden çıkan atıklar ve atık sular yoluyla girerler. Yapılan çalışmalarda katı atık ve atık sularda NTE'leri tespit edilmiştir. Katı atıklar, atık sular ve atmosferik endüstriyel süreçlerden kaynaklanan emisyonlar (örneğin, petrol rafinerisi, sağlık tesisleri) NTE'leri kullanan endüstriler mikro kirleticileri çevreye bırakmaktadırlar. Ayrıca, çeşitli endüstriyel ve belediye atık sularını toplayan kentsel atık su arıtma sistemleri, NTE'lerinin nokta kaynakları olarak işlev görmektedir. Çöp depolama sahaları, genellikle tüketici sonrası NTE ürünlerinin, atık elektronik ve elektrikli ekipmanların bertaraftı için kullanıldığından, NTE rezervuarı görevi görmektedir. Örneğin, bilgisayar monitörleri ve televizyon ekranları NTE'leri içermektedir (Gwenzi ve ark., 2018).

Ayrıca nadir toprak elementlerinin bilgisayar monitörü atıklarında sıvı halde bulunduğu bilinmekte ve bu nedenle de toprağa sızmaktadır. Diğer NTE kaynakları, Çin, Hindistan, Pakistan, Nijerya, Gana ve Vietnam dâhil olmak üzere birçok ülkede yaygın olan floresan lambalar gibi diğer NTE içeren atıklar için geri dönüşüm tesislerini içermektedir. NTE içeren gübreler ve hayvan yemleri de antropojenik NTE'leri kaynaklarını oluşturmaktadır. Ayrıca, NTE açısından zengin fosfat kayaları Brezilya'da fosfatlı gübrelerin üretiminde sıklıkla

kullanılmakta, dolayısıyla dolaylı olarak NTE toprakların kirlenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, NTE'lerinin tarımda uygulanması, antropojenik NTE'lerinin çevreye girişinin ana yolunu oluşturabilir. NTE'lerinin topraktaki durumu, sorpsiyon-desorpsiyon, iyon değişimi, organik madde ve toprak mineral fazları dahil katı fazlardan da etkilenmektedir (Gwenzi ve ark., 2018). Toprağın organik madde içeriği ve pH'sı adsorpsiyonu NTE'lerinin adsorpsiyonunda önemli faktörler arasındadır (Beckwith ve Butler 1993; Wang, Dong, ve ark.,2001)

3.TOPRAK KİRLETİCİLERİ OLARAK NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ

Geçmiş son 20 yılda NTE'lerinin modern endüstride kimya alanındaki, mükemmel özelliklerinden dolayı ümit verici elementler olduğu düşünülüyordu. Ancak NTE'lerinin yaygın alanda kullanımları çevresel kontaminasyonunu artırdığı görülmüştür (Wehje 1997).
1970'lerden beri NTE'leri tarımsal faaliyetlerde mikro gübre olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bunun tarımsal üretimin kalitesini iyileştirdiği bilinmektedir. Çünkü fosfat kayaları deterjanların, hayvan yemlerinin ve fosfatlı gübrelerin üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle Avrupa Birliği Ülkelerinde (EU) yasaklanmış antibiyotikler yerine çiftlik hayvanlarına NTE'leri ile takviye edilmiş bir diyet uygulanmaktadır (Migaszewski ve Gałuszka, 2015). Bu gübrelerin tarımdaki uygulamaları ise toprağı NTE'leri içeren zararlı elementler açısından zenginleştirmektedir (Swain ve Mishra., 2019; Gueroult ve ark., 2018). Genel olarak mineralli gübreler (veya fosfatlı gübreler) makro nütrienler (Ca, Mg, N, P ve S) mikronütrienler (Fe ve Si) ve NTE'leri içermektedirler. NTE'lerinin bitkilerdeki birikimleri, bitkinin türüne, büyüme şartlarına yetiştiği toprağın veya kayanın NTE'leri içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin Çin'de yapılan bir çalışmada pirincin NTE biriktirme kabiliyeti mısırdan fazla olduğu görülmüştür (Balaram, 2019). Tarımda NTE'leri uygulamalarıyla, bu elementler önce bitkilerin alımı yoluyla besin zincirine girebilir, insan sağlığına zararlı olabilir (Redling, 2006).
Toprakta suda çözünebilen NTE'leri, NTE'lerinin en aktif formunu oluşturmakta ve hem çevresel davranışlar hem de biyolojik etkiler açısından çok önemli bir rol oynamaktadır.
Rusya'daki bilim adamları, fosforlu gübre kullanılan topraklarda NTE'leriin kirliliğini çalışmışlardır. Çalışanların saçlarında NTE içeriğinin komşu bölgelerdekilerden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. İnsan saçında NTE'lerinin fazla bulunması, topraktan bitkilere oradan da insanlara taşınışının en iyi yansıtmasını oluşturmaktadır. Bu durum NTE'lerinin tarımdaki artan kullanımının sonucu olarak çevreye muhtemel kontaminasyonunun göstergesi olarak kabul edilebilir (Pang ve ark., 2002).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Nadir toprak elementleri farmasotik endüstrisi, madencilik ve mineral prosesleri, elektrik, elektronik atık tesisleri, geri dönüşüm tesisleri, gübreler ve hayvan yemleri gibi çok farklı endüstrilerden çevreye yayılmaktadır. Rüzgâr gibi meteorolojik faaliyetler nadir toprak elementlerinin çevredeki hareketliliğinde önemli role sahiptir. NTE'lerinin çevreye yayılan zararlı etkilerinin bertaraf edilmesi için her şeyden önce kaynağında giderilmesi gerekmektedir.

Gerekli denetleme ve izleme çalışmaları yapılmazsa, bu tür endüstrilerin atıklarının toprağı, suyu, havayı dolasıyla çevreyi ve insan sağlığını tehlikeye attığı unutulmamalıdır. Ayrıca Dünya daha yeşil ve daha temiz bir geleceğe hareket ederken, çevreye zarar veren maddelerin kullanımının kaynağında azaltılması ve geri dönüşüm çalışmalarına ağırlık verilmesi önerilmektedir.

Madencilik faaliyetlerinden çevreye yayılan NTE'i içeren tehlikeli atıklar, çevreye zarar verebilir. Bunların detaylı olarak inceleme çalışmaları yapılabilir.

Gelecekteki çalışmalar, NTE'lerinin gübrelerde kullanımı ve toprak üzerine olan direk etkileri, ekosistem üzerine olan indirek etkileri ve toprak kalitesi ve tarımsal uygulamalardaki zararları üzerine yapılabilir.

.

KAYNAKÇA

Balaram, V., Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact, Geoscience Frontiers 10, 1285e1303, 2019.

Beckwith, R. and Butler, J., Aspects of the chemistry of soil organic matter. In Soils, an Australian Viewpoint; Division of Soils, CSIRO: Canberra, Australia, Chapter 35, 561–581, 1993.

Carpenter, D., Boutin, C., Allison, J.E., et al., Uptake and effects of six rare earth elements (REEs) on selected native and crop species growing in contaminated soils. PLoS One 10, 2015.

Gilmore, K.R., Hupp, R.L., Glathar, J., Transport of hydraulic fracturing water and wastes in the Susquehanna river basin, Pennsylvania. J. Environ. Eng. 140, B4013002, 2014.

Gueroult, R., Rax, J.M., Fisch, N.J., Opportunities for plasma separation techniques in rare earth elements recycling. J. Clean. Prod. 182, 1060e1069, 2018.

Gwenzi, W., Mangori, L., Danha, C., Nhamo Chaukura, N., Dunjana, N., Sanganyado, E., Sources, behaviour, and environmental and human health risks of hightechnology rare earth elements as emerging contaminants. Science of the Total Environment 636, 299–313, 2018.

Hu Z., Haneklaus, S., Sparovek, G., Schnug, E., Rare Earth Elements in Soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37: 1381–1420, 2006.

Lima, A. T., Ottosen, L., Recovering rare earth elements from contaminated soils: Critical overview of current remediation Technologies. Chemosphere 265, 129163, 2021.

Migaszewski, Z. M., Gałuszka, A., The Characteristics, Occurrence, and Geochemical Behavior of Rare Earth Elements in the Environment: A Review, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45:429–471, 2015.

Pang X., Li, D., Peng, A., Application of Rare-earth Elements in the Agriculture of China and its Environmental Behavior in Soil, Environ Sci & Potlut Res 9 (2) 143 – 148, 2002.

Redling, K., Rare Earth Elements in Agriculture with Emphasis on Animal Husbandry. PhD Thesis. University of Munich, Germany, p. 360, 2006.

Saleh, H. M., H. M., Samir B. Eskander,S. B., Mahmoud, H. H., Abdelaal, S. A., Study on rare earth elements, heavy metals and organic contents in the soil of oil exploration site at Matruh Governorate, Egypt. Results in Geophysical Sciences 9, 100039, 2022.

Swain, N., Mishra, S., A review on the recovery and separation of rare earths and transition metals from secondary resources. J. Clean. Production, 2019.

Wang, X.K., Dong, W.M., Gong, Y.C., Wang, C.H., and Tao, Z.Y., Sorption characteristics of radioeuropium on bentonite and kaolinite. The Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 250 (2): 267–270, 2001.

Wehje L., Uptake and bio-concentration of lanthanides in higher plants: linking terrestrial and aquatic studies. Proceeding of the 2nd Sino-Dutch workshop on the environmental behavior and ecotoxicology of REEs and heavy metals, Delft, The Netherlands. pp 1-12, 1997.

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN (NTE) İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

THE EFFECT OF RARE EARTH ELEMENTS (REE) ON PEOPLE

Doç. Dr. Güllü KIRAT[1], Doç. Dr. Serpil SAVCI[2]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1167-0574

[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2015-2223

ÖZET

Skandiyumdan itriyuma ve lantandan lutetiyuma kadar lantanitlerde dahil nadir toprak elementler (NTE'ler), benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. NTE'ler düşük hareketliliği nedeniyle antropojenik kirlilik olarak toprakta, bitkide, suda ve atmosferde düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. NTE'leri, günümüz teknolojisinde önemli metallerdir. Bu metalleri içeren atıklar, NTE içeren fosfatlı gübrelerin kullanılması ve madencilik, suların kirlenme olasılığını artırabilir ve bunların çevredeki ekosistemlere salınmasına katkıda bulunabilir. NTE kaynaklarının işletme faaliyetlerinin büyük ölçekli ve hızlı artışları, maden sahası çevresindeki toprak ve suyun kirlenme seviyelerinde önemli artışlara neden olmaktadır. Bu nedenle, topraklarda ve sularda aşırı NTE içeriğinin bulunması, tarımsal verimliliğe, yeraltı suyuna, doğal ekosisteme ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir. Bu koşullar altında, topraktaki ve sudaki NTE'ler serbest kalırsa, özellikle gıdalarda olmak üzere, insan vücuduna girerler. NTE'lerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel riskini araştırmak için, günlük sebze, et ve tahıllardaki konsantrasyon seviyelerinin bilinmesi gerekir. Gıda zinciri yoluyla düşük seviyelerde NTE'lere sürekli maruz kalmanın insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin potansiyel hastalıklar, insan vücuduna girdikten sonra kan, beyin ve kemikte biriktiği üzerine çalışmalar bulunmaktadır. NTE ile kontamine olmuş gıdaların uzun süreli tüketimi kronik zehirlenmeye neden olabilir. Ayrıca, NTE'ler yutma, soluma ve deri teması ile insan organlarında birikebilir ve bu da bazı hastalıkları tetikleyebilir. Ortamdan uzun süreli düşük dozda NTE alımında ise, kemik yapısında NTE birikimine neden olabilir. Bu, kemik dokusunu değiştirebilir. Ayrıca, kemikte biriken NTE, kemik iliği hücresinde genetik toksisite oluşumunu da tetikleyebilir. NTE'lerin geniş bir endüstriyel süreçler dizisinde (elektronik, otomobil, seramik, cam ve nükleer endüstrilerde) kullanımı, son yıllarda NTE'leri bir dizi teknolojik uygulamada vazgeçilmez metaller haline getirmiştir. Bu nedenle, NTE kullanımı, madencilik ve üretimi konusunda hem insan hem de çevre sağlığı endişesini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Nadir toprak elementler (NTE), maden, çevre, insan sağlığı

ABSTRACT

Rare earth elements (REEs), including the lanthanides, from scandium to yttrium and lanthanum to lutetium, have similar physical and chemical properties. REEs are found in low concentrations in soil, vegetation, water and atmosphere as anthropogenic pollution due to their low mobility. REEs are important metals in today's technology. Waste containing these metals, use of phosphate fertilizers containing REE, and mining can increase the likelihood of water contamination and contribute to their release into surrounding ecosystems. Large-scale and rapid increases in the operating activities of REE resources cause significant increases in the pollution levels of soil and water around the mine site. Therefore, the presence of excessive REE content in soils and waters can cause serious damage to agricultural productivity, groundwater, natural ecosystem and human health. Under these conditions, if REEs in soil and water are released, they enter the human body, especially in food. To investigate the potential risk of REEs on human health, it is necessary to know the concentration levels in daily vegetables, meats and grains. There are studies on the human health effects of continued exposure to low levels of REEs through the food chain, potentially accumulating in the blood, brain, and bone after entering the human body. Long-term consumption of REE-contaminated foods can cause chronic poisoning. In addition, REEs can accumulate in human organs through ingestion, inhalation, and skin contact, which may trigger some diseases. Long-term low-dose REE intake from the environment may cause REE accumulation in the bone structure. This can change the bone tissue. In addition, REE accumulated in the bone may trigger genetic toxicity in the bone marrow cell. The use of REEs in a wide array of industrial processes (in the electronics, automobile, ceramics, glass and nuclear industries) has made REEs indispensable metals in a range of technological applications in recent years. Therefore, the use of REE has raised both human and environmental health concerns regarding mining and production.

Keywords: Rare earth elements (REE), mining, environment, human health

1. GİRİŞ

Lantandan lutetiyuma ve skandiyumdan ve itriyuma kadar lantanitler dahil olmak üzere nadir toprak elementler (NTE'ler), benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir ve birlikte var olma eğilimindedirler (Henderson, 1984; Hu ve ark., 2006; Aquino ve ark., 2009). Bu nedenle birçok araştırmacı tarafından jeolojik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır (Lee ve ark., 2003; Henderson, 2006; Laveuf ve ark., 2008; Zhou ve ark., 2012). Genel olarak, NTE'ler düşük hareketliliği nedeniyle antropojenik kirlilik olarak toprakta, bitkide, suda ve atmosferde düşük konsantrasyonlarda bulunurlar (Cao ve ark., 2000; Zhang ve Shan, 2001; Aquino ve ark., 2009). Son yıllarda, NTE'lerin doğada kalıcı olmaları (Lu ve ark., 2003; Liang ve ark., 2005; Tang and Johannesson, 2006; Laveuf ve ark., 2012), biyotada biyobirikimleri (Aquino ve ark., 2009; Šmuc ve ark., 2012; Dołe¸gowska and Migaszewski, 2013) ve kronik toksisite (Ichihashi ve ark., 1992; Feng ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2000a; Yuan ve ark., 2003; Chen ve Zhu, 2008; Aquino ve ark., 2009) nedeniyle yaygın bir endişeye neden olmuştur (Li ve ark., 2013).

NTE'ler, halojenürler, karbonatlar, oksitler, fosfatlar ve silikatlar olmak üzere çok çeşitli mineral türlerinde bulunur. En fazla bulunan NTE'lerden seryum, otomobillerdeki katalitik konvertörlerde kullanılır ve bu konvertörlerin yüksek sıcaklıklarda çalışmasını sağlar. Lantan, kamera ve teleskop lenslerinde kullanılır. Lantan içeren bileşikler, stüdyo aydınlatması ve sinema projeksiyonu gibi karbon aydınlatma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Neodimyum, hoparlör ve bilgisayar sabit disklerinde kullanılan güçlü mıknatısların daha küçük ve daha verimli olmasını sağlamak için kullanılır. Neodimyum içeren mıknatıslar, rüzgar türbinleri ve hibrit arabaların üretimi gibi yeşil teknolojilerde de kullanılmaktadır. Praseodim, uçak motorları için güçlü metaller oluşturmak için kullanılır ve ayrıca kaynakçıları ve cam üreticilerini korumak için vizör yapımında kullanılan özel bir cam türüdür. Gadolinyum, X-ray, manyetik rezonans görüntü tarama sistemlerinde ve ayrıca televizyon ekranlarında kullanılmaktadır. İtriyum, terbiyum ve öropyum, farklı renkler veren malzemelerin yapımında kullanıldığı için televizyon, bilgisayar ekranları ve görsel göstergeleri olan diğer cihazların yapımında önemlidir. Ayrıca, öropyum nükleer reaktörlerde kontrol çubuklarının yapımında da kullanılmaktadır (British Geological Survey-Rare Earth Elements, 2011; Rım ve ark., 2013).

Nadir toprak elementleri (NTE'leri), günümüz teknolojisinde önemli metallerdir. NTE'ler içeren atıklar, fosfatlı gübre içeren NTE'lerin kullanılması ve madencilik, suların kirlenme olasılığını artırabilir ve bunların çevredeki ekosistemlere salınmasına katkıda bulunabilir (Malhotra ve ark., 2020).

NTE'LERİNin SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

NTE kaynaklarının işletme faaliyetlerinin büyük ölçekli ve hızlı artışları, maden sahası çevresindeki toprak ve suyun kirlenme seviyelerinde önemli artışlara neden olmaktadır (Liang ve ark., 2005; Olías ve ark., 2005; Wen ve ark., 2006; Fang ve ark., 2007; Miao ve ark., 2011). Bu nedenle, topraklarda aşırı NTE içeriğinin bulunması, doğal ekosisteme, yeraltı suyuna, tarımsal verimliliğe ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir. Bu koşullar altında, topraktaki ve sudaki NTE'ler serbest kalır ve özellikle gıda alımı olmak üzere, insan vücuduna, çoklu maruz kalma yollarıyla girer. NTE'lerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel riskini değerlendirmek için, günlük sebze, tahıl ve et ürünlerindeki konsantrasyon seviyelerini araştırmak gereklidir. Gıda zinciri yoluyla insan zehirlenmesi vakaları hakkında bir rapor olmamasına rağmen, düşük seviyelerde NTE'lere sürekli maruz kalmanın insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin potansiyel hastalıklar, insan vücuduna girdikten sonra kan, beyin ve kemikte birikmeleri nedeniyle ortaya çıkmaktadırlar (Feng ve ark., 2000; Yuan ve ark., 2003; Chen, 2005; Chen ve Zhu, 2008; Aquino ve ark., 2009; Li ve ark., 2013).

NTE ile kontamine olmuş gıdaların uzun süreli tüketimi kronik zehirlenmeye neden olabilir (Seishiro ve ark., 1996; Jiang ve ark., 2012). Ayrıca NTE'ler yutma, soluma ve deri teması yoluyla insan organlarında birikebilir ve bazı hastalıkları tetikleyebilir. Ortamdan uzun süreli düşük dozda NTE alımı, kemik yapısında NTE birikimine neden olabilir. Bu, kemik dokusunu değiştirebilir ve kemik iliği mikronükleus oranını artırabilir. Ayrıca, kemikte biriken NTE,

kemik iliği hücresinde genetik toksisite oluşumunu tetikleyebilir (Chen ve Zhu, 2008; Zaichick ve ark., 2011; Wei ve ark., 2013).

Zhuang et al. (1996), normal beyin dokularına kıyasla tümör dokularında Th, La, Ce, Gd ve Lu konsantrasyonlarının önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirtmiştir. NTE'ler insan beyninde kan dolaşımı yoluyla birikebilir ve bu da nörotoksik etkilere neden olabilir. Düşük dozlarda NTE'lerin uzun süreli yutulması, çocukların zekasını ve yetişkinlerde merkezi sinir sistemini olumsuz yönde etkileyebilir (Chen, 2005; Wei ve ark., 2013).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, vücut sıvılarında veya dokularında (tükürük, kan, idrar, saç, tırnaklar gibi) ağır metallerin biyoizlenmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (Li ve ark., 2012, 2013). Kan ve idrar gibi biyolojik örnekler karşılaştırıldığında, saçlar daha az invaziv olduğu için en azından yüzeysel olarak çekici bir biyoizleme substratdır (Frisch ve Schwartz, 2002; Harkins ve Susten, 2003; Noguchi ve ark., 2012; Wei ve ark., 2013).

NTE'ler geniş bir endüstriyel süreçler dizisinde (otomobil, elektronik, cam ve seramik ve nükleer endüstrilerde) kullanımı, son yıllarda NTE'leri bir dizi teknolojik uygulamada vazgeçilmez bileşenler haline getirmiştir (Dickson 2006; Cordier 2012). Böylece, NTE kullanımı, madenciliği ve üretimi konusunda hem insan hem de çevre sağlığı endişesi ortaya çıkmıştır (Pagano ve ark., 2012).

NTE'lerin üretimi ve tüketimi ile ilgili birçok çevresel sorun meydana gelmektedir. Arıtma sürecinde kullanılan kimyasalların, yerel halkın hastalanmasından ve mesleki zehirlenmeden, su kirliliğinden ve tarım arazilerinin yok edilmesinden kadar uzanmaktadır. Madencilik, nakliye, işleme ve atıkların bertaraf edilmesi (Hilsum, 2009) gibi muhtemel kirleticiler, sudaki ve karadaki organizmaların yanı sıra insanlar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bazı durumlarda, sudaki ve karadaki organizmaların ölüm oranlarını arttırmaktadırlar (Paul ve Campbell, 2011) ve bazı radyonüklidler ve metal kirleticiler, uluslararası sağlık kuruluşları tarafından insan kanserojenleri olarak sınıflandırılmaktadır (Rım ve ark., 2013).

Çin'de gübre olarak kullanılan NTE karışımlarından (Xu ve ark., 2002; Chen ve ark., 2004; Gong ve ark., 2011; Xu ve Chen, 2011) ve bazı NTE'lerin ortopedik veya radyodiyagnostik uygulamalarda olduğu gibi (Schmidt ve ark., 2007; Feyerabend ve ark., 2010; Zhou ve ark., 2011) bir dizi tıbbi kullanımından sağlık sorunları ortaya çıkmıştır (Pagano ve ark., 2012).
NTE'lerin çeşitli üretim süreçlerinde artan kullanımı, çalışanların maruz kalma potansiyelini artırmaktadır. Madencilik, rafinaj süreçleri, imalat, nakliye ve atık bertarafında karşılaşılan kirleticilere potansiyel maruziyet riskleri artmaktadır. Bu risklerden bazıları, NTE madenciliğinin atıklarına maruz kalma, madencilik süreçleri sırasında kirleticilerden kaynaklanan radyoaktif tozların ve su emisyonlarının oluşumu, tozlu ortamlar, yetersiz havalandırma ve ekipmanın uygun şekilde kullanılmamasıdır (Şekil 1). (Pagano, 2016).
Ağır NTE ile çalışanların eldiven, ayakkabı kılıfı, koruyucu gözlük ve bir dış koruyucu giysi giymesini gerektiren radyoaktif özelliklere sahiptir. Büyük miktarlarda NTE tozlarının tekrar tekrar solunması irritatif bronşit ve pnömonite neden olabilir ve granülomatöz hastalığına yol açabilir. NTE'lerin neden olduğu pulmoner fibrozis ve pnömokonyoz vakalarıyla ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Estacion ve Mordan, 1993). Bu vakaların birçoğu, fotogravür, projeksiyon ve ışıldak işlemlerinde kullanılan NTE içeren karbon ark ışıklarından çıkan dumanlara veya dumana kronik maruz kalma ile ilgilidir. NTE'ler henüz kanserojen olarak

sınıflandırılmamıştır ve kanserojen potansiyeli değerlendirmek için yeterli çalışma yapılmamıştır (Haley ve Upham, 1963; Pagano, 2016).

Şekil 1. Çin'deki nadir toprak maden sahasındaki işçiler (Pagano, 2016).

NTE'ler geniş bir endüstriyel süreçler dizisinde (otomobil, elektronik, cam ve seramik ve nükleer endüstrilerde) kullanımı, son yıllarda NTE'leri bir dizi teknolojik uygulamada vazgeçilmez bileşenler haline getirmiştir (Dickson 2006; Cordier 2012). Böylece, REE kullanımı, madenciliği ve üretimi konusunda hem insan hem de çevre sağlığı endişesi ortaya çıkmıştır (Pagano ve ark., 2012).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Skandiyumdan ve itriyuma ve lantandan lutetiyuma ve kadar lantanitler dahil olmak üzere NTE'ler, benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere Bu nedenle birçok araştırmacı tarafından jeolojik ve jeokimyasal çalışmalar yapılmıştır. NTE'ler düşük hareketliliği nedeniyle antropojenik kirlilik olarak toprakta, bitkide, suda ve atmosferde düşük konsantrasyonlarda bulunurlar. NTE'ler, halojenürler, karbonatlar, oksitler, fosfatlar ve silikatlar olmak üzere çok çeşitli minerallerde bulunurlar. NTE'ler otomobil, elektronik, cam ve seramik ve nükleer endüstrilerde geniş bir kullanıma sahip olduğundan hem insan hem de çevre sağlığı endişesini ortaya çıkarmıştır. NTE'lerin üretimi ve tüketimi ile ilgili birçok çevresel sorun meydana gelmektedir. Arıtma sürecinde kullanılan kimyasalların, yerel halkın hastalanmasından ve mesleki zehirlenmeden, su kirliliğinden ve tarım arazilerinin yok edilmesinden kadar uzanmaktadır. Madencilik, nakliye, işleme ve atıkların bertaraf edilmesi gibi muhtemel kirleticiler, sudaki ve karadaki organizmaların yanı sıra insanlar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bazı durumlarda, sudaki ve karadaki organizmaların ölüm oranlarını arttırmaktadırlar.

KAYNAKLAR

Aquino, L.D., Morgana, M., Carboni, M.A., Staiano, M., Antisari, M.V., Re, M., Lorito, M., Vinale, F., Abadi, K.M., Woo, S.L., Effect of some rare earth elements on the growth and lanthanide accumulation in different Trichoderma strains. Soil Biol. Biochem. 41, 2406–2413, 2009.

British Geological Survey-Rare Earth Elements [Internet]. Nottingham (UK): Natural environment research council. 2011. [cited 2012 Jun 14]. Available from: http://www.MineralsUK.com.

Cao, X.D., Wang, X.R., Zhao, G.W., Assessment of the bioavailability of rare earth elements in soils by chemical fractionation and multiple regression analysis. Chemosphere 40, 23–28, 2000.

Chen, Z.Y., Accumulation and toxicity of rare earth elements in brain and their potential effects on health. Rural Eco-Environ. 21, 72–73, 2005.

Chen, Z.Y., Zhu, X.D., Accumulation of rare earth elements in bone and its toxicity and potential hazard to health. J. Ecol. Rural Environ. 24, 88–91, 2008.

Chen, S.A., Zhao B., Wang, X., Yuan, X., Wang, Y. Promotion of the growth of *Crocus sativus* cells and the production of crocin by rare earth elements. Biotechnol. Lett., 26, 27-30, 2004.

Cordier, D.J., Rare Earths. 2012. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2012-raree.

Dickson, E. Rare earths. www.resourceworld.com, pp. 1-20, 2006.

Dołęgowska, S., Migaszewski, Z.M., Anomalous concentrations of rare earth elements in the moss-soil system from south-central Poland. Environ. Pollut. 178, 33–40, 2013.

Estacion, M., Mordan, L.J., Competence induction by PDGF requires sustained calcium influx by a mechanism distinct from storage-dependent calcium influx, Cell Calcium, 14, pp. 439–454, 1993.

Fang, J., Wen, B., Shan, X.Q., Wang, H.H., Lin, J.M., Zhang, S.Z., Evaluation of bioavailability of light rare earth elements to wheat (Triticum aestivum L.) under field conditions. Geoderma 141, 53–59, 2007.

Feng, J., Zhang, H., Zhu, W.F., Liu, C.Q., Xu, S.Q., Wu, D.S., Bio-effect of rare earths in the high background region I. Some blood biochemical indices from population resided in light REE district. J. Rare Earth 18, 356–359, 2000.

Feyerabend, F., Fischer, J., Holtz, J., Witte, F., Willumeit, R. et al., Evaluation of short-term effects of rare earth and other elements used in magnesium alloys on primary cells and cell lines. Acta Biomater, 6, 1834-1842, 2010.

Frisch, M., Schwartz, B.S., The pit fall so fhair analysis for toxicant sinclinical practice: three case reports. Environ. Health Perspect.110,433–436, 2002.

Gong, X., Qu, C., Liu, C., Hong, M., Wang, L. et al. Effects of manganese deficiency and added cerium on nitrogen metabolism of maize. Biol. Trace Elem. Res., 144, 1240-1250, 2011.

Haley, T.J., Upham, H.C., Skin reaction to intradermal injection of rare earths, Nature, 200, pp. 271, 1963.

Harkins, D.K., Susten, A.S., Hairanalysis: exploring the state of the science. Environ. Health Perspect.111, 576–578, 2003.

Henderson, P., General geochemical properties and abundances of the rare earth elements. In: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, Amsterdam, pp. 1–32, 1984.

Hilsum L. Chinese pay toxic price for a green world. The Sunday Times (London ed.). 2009 Dec 6: Post#27707605.

Hu, Z., Haneklaus, S., Sparovek, G., Schnug, E., Rare earth elements in soils. Commun. Soil Sci. Plan. 37, 1381–1420, 2006.

Ichihashi, H., Morita, H., Tatsukawa, R., Rare earth elements (REEs) in naturally grown plants in relation to their variation in soils. Environ. Pollut. 76, 157–162, 1992.

Jiang, D.G., Yang, J., Zhang, S., Yang, D.J., A survey of 16 rare earth elements in the major foods in China. Biomed. Environ. Sci. 25, 267–271, 2012.

Laveuf, C., Cornu, S., Juillot, F., Rare earth elements as tracers of pedogenetic processes. CR Geosci. 340, 523–532, 2008.

Laveuf, C., Cornu, S., Guilherme, L.R.G., Guerin, A., Juillot, F., The impact of redox conditions on the rare earth element signature of redoximorphic features in a soil sequence developed from limestone. Geoderma 170, 25–38, 2012.

Lee, S.G., Lee, D.H., Kim, Y., Chae, B.G., Kim, W.Y., Woo, N.C., Rare earth elements as indicators of groundwater environment changes in a fractured rock system: evidence from fracture-filling calcite. Appl. Geochem. 18, 135–143, 2003.

Liang, T., Zhang, S., Wang, L.J., Kung, H.T., Wang, Y.Q., Hu, A.T., Ding, S.M., Environmental biogeochemical behaviors of rare earth elements in soil-plant systems. Environ. Geochem. Hlth. 27, 301–311, 2005.

Lu, A.X., Zhang, S.Z., Shan, X.Q., Wang, S.X., Wang, Z.W., Application of microwave extraction for the evaluation of bioavailability of rare earth elements in soils. Chemosphere 53, 1067–1075, 2003.

Li, Y., Zhang, X., Yang, L., Li, H., Levels of Cd, Pb, As, Hg ,and Se in hair of residents living in villages around Fenghuangpoly metallic mine, southwestern China. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 89,125–128, 2012.

Li, X., Chen, Z., Chen, Z., Zhang, Y., A human health risk assessment of rare earth elements in soil and vegetables from a mining area in Fujian Province, Southeast China. Chemosphere 93, 1240–1246, 2013.

Malhotra, N., Hsu, H.S., Liang, S.T., Roldan, M.J.M., Lee, J.S., Ger, T.R., Hsiao, C.D., An Updated Review of Toxicity Effect of the Rare Earth Elements (REEs) on Aquatic Organisms. Animals (Basel), 10:E1663, 2020. DOI: 10.3390/ani10091663]

Miao, L., Ma, Y.L., Xu, R.S., Yan, W., Environmental biogeochemical characteristics of rare earth elements in soil and soil-grown plants of the Hetai goldfield, Guangdong Province. China. Environ. Earth Sci. 63, 501–511, 2011.

Noguchi, T., Itai, T., Kawaguchi, M., Takahashi, S., Tanabe, S., Applicabilityof human hair a sabio indicator for trace elements exposure. Terrapub, 73–77, 2012.

Olías, M., Cerón, J.C., Fernández, I., Rosa, J.D., Distribution of rare earth elements in an alluvial aquifer affected by acid mine drainage: the Guadiamar aquifer (SW Spain). Environ. Pollut. 135, 53–64, 2005.

Pagano, G., Tommasi, F., Guida, M., Comparative toxicity of cerium and of other rare earth elements (REEs) in plant and invertebrate test systems. In: Izyumov, A and Plaksin, G (Eds)., Cerium: Molecular Structure, Technological Applications and Health Effects. Nova Science Publishers, Hauppauge, NY, USA, 2012 (in press)

Pagano, G., Rare Earth Elements in Human and Environmental Health, At the Crossroads Between Toxicity and Safety. Printed in the USA, 292pp. 2016. https://doi.org/10.1201/9781315364735

Paul, J., Campbell, G., Investigating rare earth element mine development in EPA region 8 and potential environmental impacts. Additional review by Region 8 Mining Team Members. Washington, DC: Environmental protection agency (US) 2011. Report No.: EPA Document-908R11003.

Rim, K.T., Koo, K.H., Park, J.S., Toxicological evaluations of rare earths and their health impacts to workers: a literature review. Saf Health Work 4:12-26, 2013. http://dx.doi.org/10.5491/SHAW.2013.4.1.12

Schmidt, S., Chevallier, P., Bessoud, B., Meuwly, J. Y., Felley, C. et al. Diagnostic performance of MRI for detection of intestinal fistulas in patients with complicated inflammatory bowel conditions. Eur. Radiol., 17, 2957-2963, 2007.

Seishiro, H., Kazoo, T., Suzuki, Exposure, metabolism, and toxicity of rare earths and related compounds. Environ. Health Perspect. 104,85–95, 1996.

Šmuc, N.R., Dolenec, T., Serafimovski, T., Dolenec, M., Vrhovnik, P., Geochemical characteristics of rare earth elements (REEs) in the paddy soil and rice (Oryza sativa L.) system of Kocˇani Field. Republ. Macedonia. Geoderma 183–184, 1–11, 2012.

Tang, J.W., Johannesson, K.J., Controls on the geochemistry of rare earth elements along a groundwater flow path in the Carrizo Sand aquifer. Texas USA Chem. Geol. 225, 156–171, 2006.

Xu, X., Zhu, W., Wang, Z., Witkamp, G.J., Distributions of rare earths and heavy metals in field-grown maize after application of rare earth-containing fertilizer. Sci. Total Environ., 293, 97-105, 2002.

Xu, Q. M., Chen, H., Antioxidant responses of rice seedling to Ce under hydroponic cultures. Ecotoxicol. Environ. Saf., 74, 1693-1699, 2011.

Wen, B., Liu, Y., Hu, X.Y., Shan, X.Q., Effect of earthworms (Eisenia fetida) on the fractionation and bioavailability of rare earth elements in nine Chinese soils. Chemosphere 63, 1179–1186, 2006.

Wei, B., Li, Y., Li, H., Yu, J., Ye, B., Liang, T., Rare earth elements in human hair from a mining area of China, Ecotoxicol Environ Saf. Oct; 96:118-23, 2013. doi:10.1016/j.ecoenv.2013.05.031.

Yuan, Z.K., Liu, Y., Yu, H.Q., Zheng, H.L., Wang, N.F., Wu, M.K., Liu, Y.T., Yan, S.M., Study on relationship between rare earth level in blood and health condition of residents. Chin. Publ. Health 19, 133–135, 2003.

Zaichick, S., Zaichick, V., Karandashev, V., Nosenko, S., A ccumulation of rare earth elements in human bone withinthelifespan.Metallomics3,186–194, 2011.

Zhuang, G., Zhou, Y., Lu, H., Lu, W., Zhou, M., Wang, Y., Tan, M., Concentration of rare earth elements, As, and Th in human brain and brain tumors, determined by neutron activation analysis. Biol.Trace Elem.Res.53,45–49, 1996.

Zhang, H., Feng, J., Zhu, W.F., Liu, C.Q., Wu, D.S., Yang, W.J., Gu, J.G., Chronic toxicity of rare-earth elements on human beings. Biol. Trace Elem. Res. 73, 1– 17, 2000a.

Zhang, S., Shan, X., Speciation of rare earth elements in soil and accumulation by wheat with rare earth fertilizer application. Environ. Pollut. 112, 395–405, 2001.

Zhou, H.Y., Greig, A., Tang, J., You, C.F., Yuan, D.X., Tong, X.N., Huang, Y., Rare earth element patterns in a Chinese stalagmite controlled by sources and scavening from karst groundwater. Geochim. Cosmochim. Acta 83, 1–18, 2012.

Zhao, H., Cheng, Z., Hu, R., Chen, J., Hong, M. et al. Oxidative injury in the brain of mice caused by lanthanid. Biol. Trace Elem. Res., 142, 174-189, 2011.

CYTOTOXIC EFFECT OF *ORIGANUM SYRIACUM* METHANOL EXTRACT ON VARIOUS CELL LINES

Asst. Prof. Dr. ESMA NUR GEÇER

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY, 0000-0002-0095-079X

ABSTRACT

Cancer is one of the most dangerous deadly diseases worldwide. The World Health Organization stated that the number of new cancer patients could reach 24 million by 2032. Considering the increasing incidence of cancer, new and effective drugs must be developed to control and treat tumor cell proliferation. Currently, chemotherapeutic drugs still play an important role in cancer treatment. However, drugs on the market have strong toxicity and side effects. Natural products have made significant progress in cancer drug development in recent years. *Origanum* species are one of the most frequently and heavily consumed dietary condiments worldwide. *Origanum* species have been used as a folk medicine as well as additives, flavoring agents, and disinfectants for food products. Studies have shown that *Origanum* species have significant effects on the treatment of a variety of health problems, including viral infections, stomach, respiratory, and urinary tract disorders, dermatological diseases, and cancer. Moreover, *Origanum syriacum* is known to have valuable functionality, including anticancer, antioxidant, antimicrobial, and other activities. In this study, the cytotoxic effect of *O. syriacum* methanol extract on mouse fibroblasts (L929), human breast cancer cell line (MDA-MB-231), and human colorectal cancer cell line (DIFI) was investigated using MTT assay. The methanol extract of *O. syriacum* was found to have a cytotoxic effect on DIFI cell lines. However, this extract was detected to damage L929 normal cells as well. Consequently, due to the bioactive compound contents of *O. syriacum*, it could be a promising anticancer agent for drug development.

Keywords: Anticancer effect, *Origanum syriacum*, natural product

1. INTRODUCTION

Cancer is a disease in which cells in the body grow and divide uncontrollably, often resulting in death. Cancer is one of the most serious and terrible diseases in the world. Approximately 13% of annual deaths in the world are caused by cancer (Karan and Erenler, 2018). In 2000, 10 million people were diagnosed with cancer, approximately 5.3 million men and 4.7 million women.

In more than 60% of newly diagnosed cancer cases and more than 70% of cancer-related deaths; responsible for the 10 most common types of cancer. The most common cancer occurring worldwide is female breast cancer (11.7% of new cases), followed by lung cancer (11.4%), colorectal cancer (10.0%), prostate cancer (7.3%), and stomach cancer (5.6%). The leading cause of cancer-related deaths is lung cancer (18% of total cancer-related deaths) followed by

colorectal cancer (9.4%), liver cancer (8.3%), stomach cancer (7.7%), and female breast cancer (6.9%).

The main method used in cancer treatment is chemotherapy. It has been reported that the current chemotherapeutic drugs used in this method cause serious side effects in normal tissues, leading to drug resistance, and limiting the effective dose of applied anticancer drugs (Ali, 2021).

Considering the increasing incidence of cancer, new and effective drugs must be developed to control and treat tumour cell proliferation (Tang et al., 2010). Natural products have made significant progress in cancer drug development in recent years (Ulu, 2011). Anticancer agents derived from plants may provide a strategy for minimizing the side effects of existing chemotherapeutic drugs and overcoming the adverse effects of chemotherapy (Basniwal, 2014). Therefore, the development of anticancer drugs produced from plants is of great importance (Abbiw, 1990).

Origanum is a shrub plant belonging to the Lamiaceae family, native to the Mediterranean region, and widely used in Syria, Egypt, Turkey, Lebanon, and Jordan (Hafi et al., 2016).

Origanum species are one of the most frequently and intensely consumed dietary seasonings worldwide. In addition to being used as an additive, flavoring, and disinfectant in food products, it is used as a folk medicine for the relief of stomach and toothaches, and for the treatment of cold and cough (Genc, 2021). Due to the biological properties of *O. syriacum* such as anticancer, antioxidant, antibacterial, and anti-inflammatory, interest in this plant has been increasing in recent years.

In this study, the cytotoxic effect of *O. syriacum* methanol extract on mouse fibroblasts (L929), human breast cancer cell line (MDA-MB-231), and human colorectal cancer cell line (DIFI) was investigated using MTT assay.

2. MATERIAL AND METHODS

Plant material

O. syriacum was harvested from Aromatic and Medicinal Plant Field of Tokat Gaziosmanpasa University, Tokat, Turkiye. Botanical identification was executed by Dr. Ozgur Eminagaoglu. A voucher specimen was deposited in the Herbarium of the Faculty of Forest Engineering at Artvin Coruh University (ARTH: 5256). L929 fibroblast cells, MDA-MB-23 breast cancer cells, and DIFI colorectal cells were supplied from Kirikkale University, Turkey.

Cytotoxicity Assay

MTT

The 96-well plate was used for the cytotoxic effect of methanol extracts of *O. syriacum*. 100 µL of cells were placed in the medium incubated for 24 hours at 10 x 10^3 per well. After removing the media from the well, methanol extracts of *O. syriacum* (100, 50, 25, and 12,5 mg/mL) were added to the well and incubated for 24 h. Media and latex rubber were used for negative and positive control respectively. The medium was replaced with 50 µL of MTT solution at a concentration of 1.0 mg/mL. It was incubated for 2.5 hours at 37°C. At the end of the period, the MTT solution was removed. A fresh MTT solution (100 µL in isopropanol) was added. Cell viability was determined by ELISA test at a wavelength of 570 nm. Control cell viability was accepted as 100% and the cell viability of each group was calculated with the given formula.

$$\text{Cell viability } \% = [A1/A2] \times 100$$

A_1 is the sample of optical density
A_2 is the control

Statistical analysis
GraphPad Prism (8.0.1), Tukey's multiple comparison test, and the one-way ANOVA test were used for statistical analysis, and results were expressed as mean values ± SDs of three independent trials ($P < 0.05$).

3. RESULTS

Cytotoxic effect
In this study, the cytotoxic effect of methanol extract was investigated using mouse normal fibroblast cell lines (L929), human breast cancer cell line (MDA-MB-23), and human colon cell line (DIFI) by MTT assay. The table shows the cytotoxic effect of *O. syriacum* methanol extract on L929, MDA-MB-231, and DIFI cell lines.

Table Cytotoxic effect of *O. syriacum* methanol extract

Concentration (mg/mL).	L929	MDA-MB-231	DIFI
100	86 ± 2.3^b	180 ± 3.2^d	86 ± 1.2^b
50	85 ± 1.1^b	155 ± 2.3^b	85 ± 2.5^b
25	91 ± 2.1^c	175 ± 1.1^c	91 ± 2.1^c
12.5	35 ± 2.2^a	107 ± 2.2^a	35 ± 1.3^a

Data are shown as % viable cells, different letters reveal the significant difference ($P < 0.05$).

In L929 cell lines, the cell viability of *O. syriacum* methanol extract was determined as 86%, 85%, 91%, and 35% at 100, 50, 25, and 12.5 mg/mL respectively. The efficiency of extract in these cell lines increases due to the increase in concentration.
Regarding MDA-MB-231 cell lines, the viability effect of the *O. syriacum* methanol extract on cell lines was determined as 180%, 155%, 175%, and 107% at 100, 50, 25, and 12.5 mg/mL respectively. In MDA-MB-231 cell lines, the extract has no lethal effect on MDA-MB-231 cell lines which is the human breast cancer cell line.
In DIFI cell lines, the cell viability of *O. syriacum* methanol extract was determined as 86%, 85%, 91%, and 35% at 100, 50, 25, and 12.5 mg/mL respectively. The methanol extract of *O. syriacum* was found to have a cytotoxic effect on DIFI cell lines.

4. CONCLUSIONS

Medical researchers around the world are working hard to find a cure for cancer. Herbal medicines are the focus of these studies. Medicinal plants have a very important effect in the treatment of cancer, as in the treatment of other diseases. *Origanum* species have been used as a folk medicine for the treatment of various diseases for years, and recently, interest in these plants has increased greatly due to this feature. Consequently, due to the bioactive compound contents of *O. syriacum*, it could be a promising anticancer agent for drug development.

REFERENCES

A. Ali, Chemical Composition, α-Glucosidase Inhibitory and Anticancer Activity of Essential Oil of *Thymus vulgaris* Leaves, Journal Essential Oil-Bearing Plants, 2021, 24, 695-703.

D.K. Abbiw, Useful Plants of Ghana; Intermediate Technology: London, UK, 1990.

H. Tang, C.J. Murphy, B. Zhang, Y. Shen, E.A. Van Kirk and W.J. Murdoch, *Curcumin* polymers as anticancer conjugates. Biomaterials, 2010, 31, 7139.

R.K. Basniwal, R. Khosla, N. Jain, Improving the anticancer activity of *Curcumin* using nano curcumin dispersion in water. Nutrition and Cancer, 2014, 66, 1015.

M. Al Hafi, M. El Beyrouthy, N. Ouaini, D. Stien, D. Rutledge and S. Chaillou, Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Origanum libanoticum*, *Origanum ehrenbergii*, and *Origanum syriacum* Growing Wild in Lebanon. Chemistry & Biodivers, 2016, 13, 555–560.

M. Ulu, S. Ouztuuml and Y. Menemen, Apoptotic and necrotic effects of carboxylated quercetin/polyethylenimine complex on HeLa cells, African Journal Pharmacy and Pharmacology, 2011, 5, 894.

N. Genc, Biosynthesis of silver nanoparticles using *Origanum onites* extract and investigation of their antioxidant activity, Particulate Science Technology, 2021, 39, 562.

S. S. Sabharwal and P. T. Schumacker, Mitochondrial ROS in cancer: initiators, amplifiers oran Achilles' heel?, Nature Reviews Cancer, 2014, 14, 709.

T. Karan, R. Erenler, Fatty acid constituents and anticancer activity of *Cladophora fracta* (Of Müller ex Vahl) Kützing. Tropical Journal Pharmaceutical Research, 2018, 1977, 17.

EL DEZENFEKTANI ENDÜSTRİSİ ATIK SUYUNUN NANOFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE KOİ GİDERİM VERİMİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Kimya Mühendisi, Zeynep Ece Güden[1], Prof. Dr., Duygu Kavak[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 0000-0002-3197-5025

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 0000-0002-1189-3110

ÖZET

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) endüstriyel atık sularda kirletici parametrelerin başında gelmektedir. Bu çalışmanın amacı el dezenfektanı atık suyunun basınç sürücülü membran sistemle KOİ giderim veriminin incelenmesidir. Çalışmada Ankara'da bulunan bir el dezenfektanı üretim tesisinden elde edilen atık su incelendi. Atık su NF 270 ticari isimli nanofiltrasyon membranı ile arıtıldı. Arıtım aşamalarında alınan numunelerin KOİ ölçümleri kaydedildi. Kaydedilen ölçüm değerleri kullanılarak KOİ giderim verimleri hesaplandı. Hesaplanan KOİ giderim verimleri kıyaslanarak el dezenfektanı atık suyunun arıtımında NF 270 için optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi hedeflendi. Membran modülüne gönderilen atık suyun membrandan geçme miktarı (membran akısı), suyun membrana gönderilme basıncı (6 bar, 12 bar ve 18 bar) ve sıcaklık (25°C, 35°C ve 45°C) ile ilişkiliydi. Sıcaklık ve basınç parametrelerinin artmasıyla membran geçirgenliğinde beklenen artışa bağlı olarak KOİ gideriminin değişeceği tahmin edilmekteydi. El dezenfektanı atık suyu için uygulanan sıcaklık parametreleri incelendiğinde akı değerinin basıncın yükselmesi ile arttığı görülmüştür. El dezenfektanı atık suyuna uygulanan parametreler incelendiğinde %82,3 ile en yüksek KOİ giderim veriminin 6 bar basınç ve 25°C sıcaklıkta elde edildiği tespit edilmiştir. Kimyasal oksijen ihtiyacı yüksek olan endüstriyel atık suların arıtımı çalışmalarında NF 270 membranının atık suya uygun ön arıtımla kullanımı daha yüksek verimlilik sağlayabilir.

Anahtar Kelime: Atıksu arıtımı, Nanofiltrasyon, NF270 membran, El dezenfektanı atıksuyu, KOİ

INVESTIGATION OF COD REMOVAL EFFICIENCY OF HAND DISINFECTANT INDUSTRY WASTE WATER BY NANOFILTRATION METHOD

ABSTRACT

Chemical oxygen demand (COD) is one of the polluting parameters in industrial wastewater. The aim of this study is to examine the COD removal efficiency of hand disinfectant waste

water with a pressure driven membrane system. In the study, wastewater obtained from a hand sanitizer production facility in Ankara was examined. Waste water was purified with the nanofiltration membrane with the commercial name NF 270. The COD measurements of the samples taken during the treatment stages were recorded. COD removal efficiencies were calculated using the recorded measurement values. By comparing the calculated COD removal efficiencies, it was aimed to determine the optimum operating parameters for NF 270 in the treatment of hand disinfectant waste water. The amount of wastewater sent to the membrane module to pass through the membrane (membrane flux), the pressure to send the water to the membrane (6 bar, 12 bar and 18 bar) and temperature (25°C, 35°C and 45°C) were related. It was estimated that COD removal would change depending on the expected increase in membrane permeability with the increase of temperature and pressure parameters. When the temperature parameters applied for the hand disinfectant waste water were examined, it was observed that the flux value increased with the increase in pressure. When the parameters applied to the hand disinfectant waste water were examined, it was determined that the highest COD removal efficiency with 82.3% was obtained at 6 bar pressure and 25°C temperature. In the treatment of industrial wastewater with high chemical oxygen demand, the use of NF 270 membrane with appropriate pre-treatment for wastewater can provide higher efficiency.

Keywords: Wastewater treatment, Nanofiltration, NF270 membrane, Hand disinfectant waste water, COD

1. GİRİŞ

Son yıllarda hızla artan nüfus ve endüstrileşme gibi sebepler, en önemli doğal kaynakların başında gelen suya duyulan ihtiyacı arttırmıştır. Suya duyulan bu ihtiyacın suyun içme ve kullanma suyu olarak, tarımsal faaliyetlerde ve endüstriyel ölçekte kullanılmasının artmasıyla zaten sınırlı olan su kaynaklarını tehdit etmektedir. Nüfustan kaynaklanan ve talepten kaynaklanan kıtlık (su stresi) olarak ikiye ayrılan su kıtlığı giderek artmaktadır [1].

Covid-19 pandemi döneminin başlangıcından itibaren tüm dünyada hem antiseptik hem de dezenfektan olmak üzere sterilizasyon ajanları kullanılması tavsiye edilmektedir. Gündelik hayatta yaygın kullanılan antiseptik türleri; alkol, fenol, permanganat ve iyot gibi kimyasallardır. Dezenfektanlar ise fiziksel materyaller, ozon ve ultraviyole ışık şeklinde olabilseler sıklıkla kullanılan temel bileşen klordur [2]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve araştırmacılar etanol ve sodyum hipokloriti dezenfektan içeriği olarak tavsiye etmektedirler.

Antiseptiklerin ve dezenfektanların sık kullanımının doğal bir sonucu olarak kişisel hijyeni sağlamak için su kullanımı da artmıştır [3]. Pandemi sonrasında atıksu miktarında ve atıksu toksisitesinde bir artış olmuştur [4; 5]. Artan dezenfektan kullanımıyla beraber dezenfektan endüstrisi atıksuyu miktarının artması da mantıksal bir sonuçtur. Kimyasal kirlilik yükü fazla olan dezenfektan endüstrisi atıksularının alıcı ortama verilmeden önce arıtılmaları su kaynaklarını korumak, su kıtlığını azaltmak ve endüstriyel atıksuların arıtılıp tekrar tesis içerisinde kullanımının sağlanması açısından büyük önem arz etmektedir [6].

Arıtılmış atıksuların doğal şartlarına zarar vermemesi için alıcı ortama uygun değerlere sahip olması gerekmektedir. Türkiye'de bu değerler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'nde verilmiştir [7].

Bu çalışmada daha önce membran sistemleri ile arıtımı çalışılmamış, el dezenfektanı atık suyunun arıtımı incelenmiştir. Arıtım işleminde etkin özelliklerinden dolayı laboratuvar ölçekli membran filtrasyon modülü ve hem endüstri hem de tekstil atık suları için uygun olan ticari NF270 nanofiltrasyon membranı kullanılmıştır. Bu doğrultuda farklı sıcaklık (25°C, 35°C ve 45°C) ve farklı basınçlarda (6 bar, 12 bar ve 18 bar) 9 adet deney uygulanarak bu parametrelerin KOİ değerleri ve giderim verimi üzerine etkilerinin incelenmesi ve el dezenfektanı için optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada el dezenfektanı atıksuyundan nanofiltrasyon yöntemiyle boyar madde ve Kimyasal Oksijen Giderimi (KOİ) giderim verimine basınç (6 bar, 12 bar ve 18 Bar) ve sıcaklık (25°C ve 35°C) parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Belirlenen her bir çalışma koşulunda (sıcaklık ve basınç) 90. dakikalarda alınan numunelerin KOİ analizleri yapılarak KOİ giderim verimleri hesaplanmıştır. Böylelikle sıcaklık ve basıncın süzüntü suyunun kalitesini doğrudan etkileyen KOİ değişimi gözlemlenerek ideal çalışma şartları öngörülmüştür.

Çizelge 2.1. Nanofiltrasyon Deney Parametreleri

Çalışma Koşulları	**PARAMETRELER**	**DEĞİŞKENLER**
Basınç (Bar)	6,12 ve 18	KOİGiderim Verim
Sıcak	25,35	

IZMIR 10 - 11 EYLÜL 2022

l ı k (° C)	v e 4 5	i (%)

Deneyler sırasında çapraz akışlı membran filtrasyon düzeneği kullanılmıştır. Membran filtrasyon düzeneği paslanmaz çelikten yapılmış olup agresif/korozif kimyasallara dayanıklı malzemeden üretilmiştir. Düzenek membran modülü, ısıtıcı, süzüntü toplama bölümü, santrifüj pompa, hidrolik el pompası, bilgisayar ve hassas teraziden oluşmaktadır. Düzenekte yer alan membran modülüne takılabilecek membranın etkin alanı 150cm² 'dir.

2.1. Düzeneğin Çalıştırılması

Çalışmaya başlamadan önce; membran düzeneğindeki safsızlıkların arındırılması için % 2 lik zayıf asit içeren yıkama solüsyonu sistemden geçirilir. Yıkama solüsyonunun sistemden arındırılması amacı ile sistemden saf su geçirilir. Membran modüle yerleştirilir.

Deneye başlarken bilgisayar açılır, hassas terazi vasıtası ile süzüntü miktarını kaydedecek program çalıştırılır. Kullanılacak atık su içinde membran düzeneğini tıkayacak partiküllerden filtreleme yöntemi ile arındırılır. Atık su besleme tankına beslenir.

Deneye başlarken, sisteme elektirik verilmeden önce; hidrolik el pompası 900 Psi'a ayarlanır, membran modülü sıkıştırılır. Gösterge yardım hidrolik el pompasının 900 Psi'a sabitlendiği kontrol edilir. Elektirik mandalı vasıtası ile sisteme elektirik verilir. Isıtıcı çalıştırılır ve belirlenen sıcaklık parametresine ayarlanır. Besleme tankının sıcaklığı ayarlanan sıcaklığa geldiğinde devir ayarı yapılır, vana yardımıyla belirlenen basınç değerine ayarlanılır. Düzenekten gelen ilk süzüntü damlası ile süzüntü miktarını kaydeden program çalıştırılır. Bu program sayesinde süzüntünün tartımı dakika başı bilgisayara kaydedilir. Deneyin başlatılmasından itibaren 90. dakikalarda süzüntüden numune alınır.

Alınan numunelerin KOİ verimlerinin hesaplanmasında ham atık su ve deneylerin sonunda süzüntülerden alınan numuneler KOİ kitine belirlenen ölçüde damlatılır. Kitler

bekletilmeden termoreaktörde ısıtılır, kitlerin oda sıcaklığına soğutulmasının ardından cihaza KOİ kitleri yerleştirilir. Cihazda okunan KOİ değerleri kaydedilir.

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan cihazlar

ÇALIŞMADA KULLANILAN EKİPMANLAR	KULLANILIŞ AMACI
Bilgisayar, Exper	Süzüntü tartım verilerinin program vasıtasıyla kaydedilmesinde kullanılmıştır.
Hassas Terazi, A&J EJ6100	Birim zamanda süzüntü akısının tartımında kullanılmıştır.
Hidrolik El Pompası, Enerpac	Membran modülünün sıkıştırılmasında kullanılmıştır.
Isıtıcı, WiseCircu	Besleme tankında ki atık suyun istenilen sıcaklığa ısıtılmasında kullanılmıştır.

Çapraz Akışlı Membran Modülü, Sterlitech	İçerisine yerleştirilen flat sheet membran ile atık suyun arıtımında kullanılmıştır.
Saf Su Cihazı	Membran sisteminin yıkanmasında ve referans saf su eldesinde kullanılmıştır.
İletkenlik Ölçer, Janvey 4310	İletkenlik ölçümünde kullanılmıştır.
Termoreaktör, Hach LT 200	KOİ kitlerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.
pH Metre, Mettler Toledo, SevenCompact	pH ölçümünde kullanılmıştır.
UV Spektrofotometresi, Hach Lange DR 3900	KOİ ve renk analizlerinde kullanılmıştır.
KOİ Kiti, Hach LCK 514	KOİ değerlerinin tayininde kullanılmıştır.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

Görsel 2.1. Çapraz akış prensipli membran sistemi (a), Isıtıcı (b), Membran modülü (c), Besleme tankı ve pompa (d), Hassas terazi ve bilgisayar (e)

2.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Membran Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan membran ince film kompozit (TFC) flat sheet (plaka tipi) nanofiltrasyon membranıdır. Ticari NF 270 nanofiltrasyon membran, GE Osmonics ABD

firması aracılığıyla tedarik edilmiştir. Hem endüstriyel atık suların arıtımında hem de gıda endüstrisinde kullanılabilen membranın özellikleri Çizelge 7.3.'te verilmiştir. El dezenfektanı atıksularının arıtımı için birer NF 270 membranları kullanılmıştır. Her bir atık su için çalışma esnasında, önceden belirlenmiş çalışma koşullarında yeni membran kullanılmamış, kullanılan membranlar saf su ile temizlenerek, tekrar kullanılmıştır.

Çizelge 2.3. NF 270 membranın özellikleri (*MWCO: Moleküler ayırma sınırı, birimi Dalton)

Membranın Adı	NF 270
Besleme	Gıda / Endüstriyel Atık Suyu
Tip	Organik Giderme Yumuşatma
pH Aralığı	2-11
$MgSO_4$ Reddetme	%99
Gözenek Boyutu / MWCO*	~150 Da
Akı (GFD) / PSİ	20/110
Polimer	Poliamid-TFC

2.3. Deneyde Kullanılan Ham Atık Su Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan ham el dezenfektanı endüstrisi atıksularının özellikleri Çizelge 7.4.' te verilmiştir. Deneyde kullanılan el dezenfektanı atıksuyu Ankara'da bulunan bir fabrikadan temin edilmiştir. Bu atıksular karakterizasyon işleminden önce kaba bir filtreden

geçirilmiş, katı maddeleri önemli ölçüde uzaklaştırılmıştır. Karakterizasyon işleminin uygulaması KOİ, pH, iletkenlik ve renk analizlerinin yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.4. Ham el dezenfektanı atıksularına ait özellikler

Parametre	**El Dezenfektanı AtıkSuyu**
Maksimum Absorbans (nm)	321
Maksimum Absorbans A_0 (abs)	0,252
pH	7,27
İletkenlik (µs/cm)	1,236
KOİ (mg/L)	1899

2.4. Uygulanan Analitik Yöntemler

90. dakikalarda alınan numunelere uygulanan işlem; KOİ analizleridir. Atıksuların ham haldeki değerleri ile karşılaştırılarak giderimler yorumlandı. Bu analizler ve yöntemler aşağıda anlatılmıştır.

KOİ : Suyun kimyasal oksijen ihtiyacını ifade eden en önemli parametrelerden birisidir. Organik kirlilik miktarı hakkında bilgi verir.

Tıbbi maske ve el dezenfektanı endüstrilerinden alınan atık suların organik kirlilik miktarının belirlenmesinde hazır halde temin edilen KOİ test kitleri kullanılmıştır. Test kitlerinin her birine 2'şer mL'lik atıksu numunesinden eklenilmiştir. Kitler Hach LT 200 marka termoreaktöre yerleştirilip iki saat boyunca 148 °C' de bekletilmiştir. İki saat sonunda kitler termoreaktörden çıkarılıp oda sıcaklığında soğumaları için bırakılmışlardır. Oda sıcaklığına gelen test kitlerinin KOİ değerleri spektrofotometreyle okunmuş mg/L biriminden değerler kaydedilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Dezenfektan Atıksuyu için Deney Sonuçları

Çalışmada çapraz akış mekanizmalı membran sisteminde NF270 membranı ile Ankara'da bulunan bir dezenfektan fabrikasından elde edilen dezenfektan atıksuyu arıtımı araştırılmıştır. Sıcaklığın etkisini incelemek için 25°C, 35°C ve 45°C' de, basıncın etkisini incelemek amacıyla ise 6, 12 ve 18 bar' da çalışılmıştır. Süzüntü suyunun akısı bilgisayar tarafından anlık olarak kaydedilmiştir. KOİ giderim verimi için numunelerin ve ham atık suların KOİ analizleri incelenmiştir.

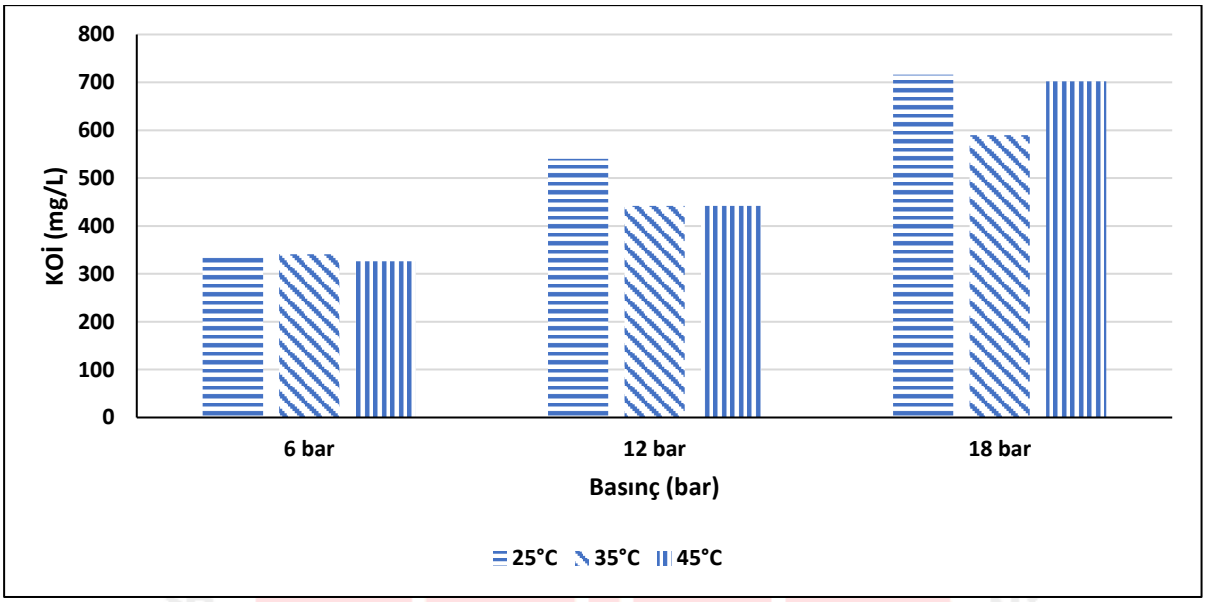
3.1.3. KOİ Sonuçları

Aşağıdaki Çizelge 3.1.'de 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık değerlerinde 6, 12 ve 18 bar' da NF270 kullanılarak Dezenfektan atık suyunun ve arıtımının 90. dakikalarından elde edilen süzüntülerin KOİ değerleri verilmiştir. Görsel 3.1.'de ise 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık değerlerinde 6, 12 ve 18 bar' da sırasıyla KOİ değerleri grafiği verilmiştir.

Çizelge 3.1. Dezenfektan atık suyunun 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık değerlerinde 6, 12 ve 18 bar' da KOİ değerleri

	25°C	35°C	45°C
	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)	KOİ (mg/L)
Ham Atık Su	1899	1899	1899
6 bar	336	540	716
12 bar	341	442	590
18 bar	326	442	702

Dezenfektan atık suyunun süzüntü numunelerinden sadece 6 bar basınçta çalışılan sıcaklıklardaki KOİ değerleri SKKY' de verilen 200-400 mg/L değer aralığında çıkmıştır. Diğer parametrelerde KOİ değerleri SKKY' nde belirtilen değer aralığının üstünde çıkmışlardır.



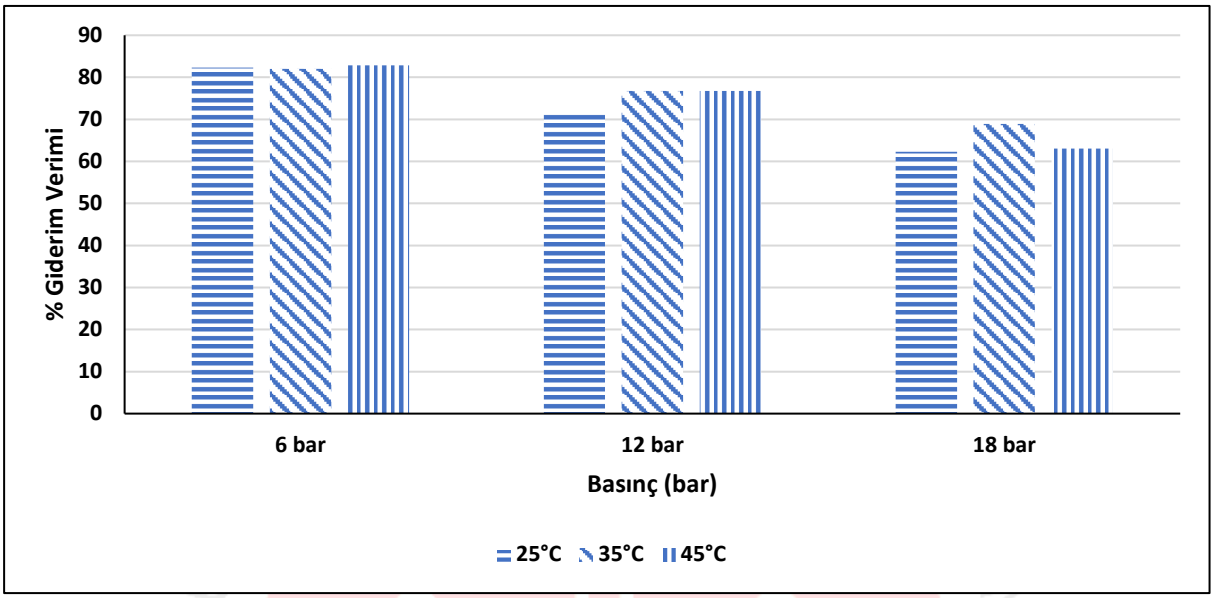
Görsel 3.1. Dezenfektan atık suyunun 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklıklarda 6, 12 ve 18 bar' da KOİ değerleri grafiği

Aşağıdaki Çizelge 3.2.'de 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık değerlerinde 6, 12 ve 18 bar' da NF270 kullanılarak Dezenfektan atık suyunun ve arıtımının 90. dakikalarından elde edilen süzüntülere ait KOİ giderimlerinin yüzde verimi gösterilmiştir. Görsel 3.2.'de ise 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklıklarda 6, 12 ve 18 bar' da KOİ ve iletkenlik giderim verimi grafiği verilmiştir.

Çizelge 3.2. Dezenfektan atık suyunun 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık değerlerinde 6, 12 ve 18 bar' da KOİ giderim verimi değerleri

	KOİ Giderim Verimi (%)		
	25°C	35°C	45°C
Ham Atık Su	1899	1899	1899
6 bar	82,30	71,56	62,29
12 bar	82,04	76,72	68,93
18 bar	82,83	76,72	63,03

Dezenfektan atık suyunun işlem görmemiş ve arıtılmış tüm numunelerinin SKKY' nde belirtilen 6-9 pH aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Membran süzüntü geçirgenliği ve akısıyla pH arasında anlamlı bir bağlantı tespit edilememiştir.



Şekil 3.2. Dezenfektan atık suyunun 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklıklarda 6, 12 ve 18 bar' da KOİ giderim verimi grafiği

Çizelge 3.2. ve Görsel 3.2. incelendiğinde sıcaklık artışıyla KOİ giderim verimlerinin düştüğü görülmektedir.

Görsel 3.2. ve Çizelge 3.2.'deki veriler beraber yorumlandığında artan basınç ve sıcaklık parametreleri doğrultusunda KOİ giderim verimlerinin zamanla düştüğü gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu deneysel çalışma, dezenfektan atık suyunun çapraz akışlı membran filtrasyon sisteminde nanofiltrasyon yöntemiyle arıtımını incelemiştir. Boyar madde ve aromatik alkoller ("%70-90'lık izopropanol, %60'lık n-propanol veya %70'lik etanol") içermektedir [8]. Sistem içerisinde tıkanmalara sebep olabilecek ya da atık sulara zarar verebilecek büyük tanecikli oluşumların uzaklaştırılması amacıyla, sisteme beslenmeden önce, atık sular kaba filtreden geçirilmiştir. İstenilen sıcaklığa ısıtılan atık suların her biri ayrı ayrı, sistem çalışma basıncına ayarlandıktan sonra, pompa aracılığıyla sisteme beslenilerek NF270 membranı ile arıtma işlemine alınmıştır. Yapılan bu çalışmalarla basınç ve sıcaklık parametrelerinin, süzüntü

akısına, KOİ, renk ve iletkenlik giderimi verimine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibi yorumlanmıştır.

- Ham atıksuya yapılan analizlerin sonucunda KOİ içeriğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

- Dezenfektan atıksuyu için uygulanan 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık analizleri incelendiğinde KOİ değerlerinin sıcaklık artışıyla artığı, buna bağlı olarak da KOİ giderim veriminin düştüğü gözlemlenmiştir.

- Yapılan tüm çalışmalar incelendiğinde KOİ giderim verimi için 25°C sıcaklık ve 6 bar basınç optimum çalışma parametreleri olarak öngörülebilir. Bu durumda dezenfektan atık sularının NF270 ile arıtılması önerilebilir.

- Sudaki canlıların ve suyun deşarj edildiği ortamın sağlığı açısından suyun kalitesi yüksek düzeyde önem arz etmektedir. Günümüzde Dünya çapında su kirliliğinin artması nedeniyle su arıtma yöntemleri çokça araştırılmaktadır. Bu nedenle KOİ gideriminde optimum çalışma parametrelerinin araştırıldığı bu çalışmada SKKY standartlarına ulaşılabilmiştir. Atık suların arıtılabilmesi amacıyla çapraz akış mekanizmalı membran filtrasyon yöntemiyle NF270 membranın çalışılmasının uygun olduğu sonucu öngörülebilir.

Tüm bu çalışmaya ek olarak atık su özellikleriyle uyumlu çeşitli ön arıtım yöntemleri uygulanarak ya da sisteme farklı sistemlerin entegre edilmesiyle daha yüksek verim sağlanabilir. Süzüntü suyuna yapılacak farklı analizler ile sistem geliştirilebilir. Verimliliği yüksek ve uygulaması kolay olan bu sistemin kullanımı yaygınlaştırılarak suyun geri kazanımı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

[1] Falkenmark, M., Bertell, A., vd., On the verge of a new water scarcity: A call for good governance and human ingenuity. SIWI Policy Brief, Stockholm, 2007

[2] WHO.,Disinfectants and antiseptics, 2004, Available from:http://archives.who.in/eml/wmf/2004/English/ [cited 2020 Jul 12] .

[3] Ludang, Y., Jaya, H.P., Mangkoedihardjo, S., 2022, Potential applications of land treatment systems for disinfectant-rich wastewater in response to the COVİD-19 health protocol: a narrative review, Journal of Environmental Health and Sustainable Development, 7(1):1525-35.

[4] León Molina, J., Abad-Corpa, E., Disinfectants and antiseptics facing coronavirus: synthesis of evidence and recommendations. Enferm Clin. 2021;31:S84 – 8.

[5] Meyers, C., Kass, R., Goldenberg, D., vd., 2021, Ethanol and isopropanol inactivation of

human coronavirus on hard surfaces. J Hosp Infect. 2021;107:45 – 9.

[6] Dumlupınar, L., 2014, Kağıt endüstrisi atıksularına uygun arıtma teknolojilerinin

belirlenmesi ve Türkiye'deki mevcut durumun analizi, Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 98s.

[7] Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı

"www.çevreorman.gov.tr".

[8] Albay, A., 2005, "El Antiseptiklerinde Cilt Koruyucu Maddeler: Katkıları Nelerdir?

Antiseptik Etkinliğinde Değişiklik Yapar mı? El Antiseptiklerinde Kombinasyonlar: Farkları Nelerdir?", 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, s.41-58.

TIBBi MASKE ENDÜSTRİSİ ATIK SUYUNUN NANOFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE RENK GİDERİM VERİMİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Kimya Mühendisi, Zeynep Ece Güden[1], Prof. Dr., Duygu Kavak[2]

[1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 0000-0002-3197-5025

[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 0000-0002-1189-3110

Endüstriyel atık sularda renk kirliliği çok yaygın bir sorundur. Bu çalışmanın amacı boya içeren tıbbi maske atık suyunun basınç sürücülü membran sistemle renk giderim veriminin incelenmesidir. Çalışmada Tekirdağ'da bulunan bir tıbbi maske üretim tesisinde elde edilen atık su incelendi. Atık su NF 270 ticari isimli nanofiltrasyon membranı ile arıtıldı. Arıtım aşamalarında alınan numunelerin UV ölçümleri kaydedildi. Kaydedilen ölçüm değerleri kullanılarak giderim verimleri hesaplandı. Hesaplanan giderim verimleri kıyaslanarak tıbbi maske atık suyunun arıtımında NF 270 için optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi hedeflendi. Membran modülüne gönderilen atık suyun membrandan geçme miktarı (membran akısı), suyun membrana gönderilme basıncı (6 bar, 12 bar ve 18 bar) ve sıcaklık (25°C, 35°C ve 45°C) ile ilişkiliydi. Sıcaklık ve basınç parametrelerinin artmasıyla membran geçirgenliğinde beklenen artışa bağlı olarak renk giderim veriminin değişeceği tahmin edilmekteydi. Tıbbi maske atık suyuna uygulanan parametreler incelendiğinde %99,49 ile en yüksek renk giderim veriminin 18 bar basınç ve 25°C sıcaklıkta elde edildiği tespit edilmiştir. Boya içeren endüstriyel atık suların arıtımı çalışmalarında NF 270 membranının atık suya uygun ön arıtımla kullanımı daha düşük sıcaklıklarda daha yüksek verimlilik sağlayabilir.

Anahtar Kelime: Atıksu arıtımı, Nanofiltrasyon, NF270 membran, Tıbbi maske atıksuyu

INVESTIGATION OF COLOR REMOVAL EFFICIENCY OF MEDICAL MASK INDUSTRY WASTE WATER BY NANOFILTRATION METHOD

ABSTRACT

Color pollution in industrial wastewater is a very common problem. The aim of this study is to examine the color removal efficiency of the dye-containing medical mask wastewater with a pressure-driven membrane system. In the study, wastewater obtained from a medical mask production facility in Tekirdağ was examined. Waste water was purified with the nanofiltration membrane with the commercial name NF 270. UV measurements of the samples taken during the treatment stages were recorded. Removal efficiencies were calculated using the recorded

measurement values. By comparing the calculated removal efficiencies, it was aimed to determine the optimum operating parameters for NF 270 in the treatment of medical mask waste water. The amount of wastewater sent to the membrane module to pass through the membrane (membrane flux), the pressure to send the water to the membrane (6 bar, 12 bar and 18 bar) and temperature (25°C, 35°C and 45°C) were related. It was estimated that the color removal efficiency would change depending on the expected increase in membrane permeability with the increase of temperature and pressure parameters. When the parameters applied to the medical mask waste water were examined, it was determined that the highest color removal efficiency with 99.49% was obtained at 18 bar pressure and 25°C temperature. In the treatment of industrial wastewater containing dyes, the use of NF 270 membrane with appropriate pre-treatment for wastewater can provide higher efficiency at lower temperatures.

Keywords: Wastewater treatment, Nanofiltration, NF270 membrane, Medical mask wastewater

1. GİRİŞ

Yoğun su tüketimi ve artan atıksu hacmi su kaynaklarının azalmasına ve su kıtlığının artmasına neden olmaktadır. Var olan su kaynaklarının azlığı ve su kıtlığının artışı atıksuların arıtılıp tekrar kullanımını gündemde tutmaktadır [1]. Suyun tüketimi sonucu oluşan atıksuların arıtıldıktan sonra alıcı ortama verilmeleri su kaynaklarını korumak için yeterli değildir. Endüstrilerde temiz su yerine arıtılmış suların kullanılması, hem tesislerde temiz su maliyetini azaltabilir hem de atıksuların bertaraf maaliyetlerini azaltabilir [2].

Özellikle 2019 yılı Aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan Covid-19 virüsünün yarattığı viral pandeminin de dünyaya yayılmasıyla tıbbi tekstil ürünlerine olan talep hızla arttı ve bu da atıksu miktarının önemli ölçüde artmasına neden oldu. Çevresel sorunlarla alakalı kamusal bilincin artması ve sosyal sorumluluk çalışmaları, tıbbi tekstil endüstrilerini çevreye duyarlı, sürdürülebilir ve yeniden kullanılabilir ürünler üretmeye yöneltmiştir. Ancak yine de bertaraf oranı şu anda yeniden kullanım oranından çok daha yüksektir [3].

Tekstil endüstrisi atıksuları tehlikeli boyalar, pigmentler, askıda ya da çözünmüş katılar ve ağır metaller içerebilmeleri sebebiyle kimyasal yükün en yoğun olduğu endüstrilerden biridir. Bu kimyasal yükü ve çeşitliliği fazla olan endüstride meydana gelen atıksuların alıcı ortama deşarjından önce etkili bir şekilde arıtılması büyük önem taşır. Tekstil atıksuyunun

arıtımı alanında büyük ilerlemeler elde edilmiş de olsa geliştirilen arıtım yöntemlerinin uygulanabilirliğinin artması ve daha ekonomik olması için geliştirilmeye devam edilmesi gerekmektedir [4].

Atıksuların arıtımı için yapılacak çalışmalar için öncelikle atıksuyun karakterizasyonu uygun yöntemlerle analiz edilmelidir [5]. Yapılan analizler sonucunda atıksuyun karakterizasyonuna uygun yöntemlerin aynı zamanda uygun maliyette olması da gerekmektedir. Bu durumda endüstrilere göre atıksu arıtımı yapılabilmesi için optimum arıtma yönteminin belirlenmesi gerekmektedir [6]. Optimum arıtma yönteminin belirlenebilmesi için ise her sektöre geleneksel, modern ve hibrit yöntemlerin bir veya birkaçının fazlasıyla incelenmesini gerektirmektedir.

Atıksuların arıtımında geleneksel yöntemler (koagülasyon/flokülasyon, oksidasyon, adsorpsiyon vb.) etkin ve yaygın olsa da süreç yavaş ilerler ve performans denge ile sınırlanır [7]. Bu nedenle alternatif bir yöntem olarak membran sistemleri bu konuda 1970'lerde büyük umut vaat etmiş [8] ve yıllar içinde yapılan birçok çalışmada bu vaat doğrulanmıştır.

Çalışma esnasında tıbbi maske atık suyu ile çalışılmış bir inceleme literatür araştırmasında bulunamamıştır. Tıbbi maske endüstrisine en yakın endüstri olan tekstil endüstrisi atık suyu için de literatür araştırması yapılmış, nanofiltrasyon membranıyla çalışmanın uygun olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple NF270 membran ile çalışılarak etkili bir arıtım metodu olan çapraz akışlı pilot ölçekli membran prosesi işletilmiştir. Çalışmada basınç ve sıcaklık değişkenlerinin süzüntü suyunun kalitesiyle olan bağlantısı irdelenmiştir.

Bu çalışmada daha önce membran sistemleri ile arıtımı çalışılmamış, tıbbi maske atık suyunun arıtımı incelenmiştir. Bu çalışmada, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' nde (SKKY) belirtilen şartlara uygun süzüntü suyu eldesi ile bu atık suların doğaya olumsuz etkilerini önlemek amaçlanmıştır [9]. Bu çalışmada daha önce membran sistemleri ile arıtımı çalışılmamış, tıbbi maske atık suyunun arıtımı incelenmiştir. Arıtım işleminde etkin özelliklerinden dolayı laboratuvar ölçekli membran filtrasyon modülü ve hem endüstri hem de tekstil atık suları için uygun olan ticari NF270 nanofiltrasyon membranı kullanılmıştır. Bu doğrultuda farklı sıcaklık (25°C, 35°C ve 45°C) ve farklı basınçlarda (6 bar, 12 bar ve 18 bar) 9 adet deney uygulanarak bu parametrelerin renk değerleri üzerine etkilerinin incelenmesi ve tıbbi maske için optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada tıbbi maske atık suyundan nanofiltrasyon yöntemiyle boyar madde değerlerine ve giderim verimine basınç (6 bar, 12 bar ve 18 Bar) ve sıcaklık (25°C ve 35°C) parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Belirlenen her bir çalışma koşulunda (sıcaklık ve basınç) 5, 15, 30, 45, 60 ve 90. dakikalarda alınan numunelerin renk ölçümleri yapılarak renk giderim verimleri hesaplanmıştır. Böylelikle sıcaklık ve basıncın süzüntü suyunun kalitesine etkisi gözlemlenerek ideal çalışma şartları öngörülmüştür.

Çizelge 2.1. Nanofiltrasyon Deney Parametreleri

Çalışma Koşulları	PARAMETRELER	DEĞİŞKENLER
Basınç (Bar)	6, 12 ve 18	Renk Giderim Verimi (%)
Sıcaklık (°C)	25, 35 ve 45	

Deneyler sırasında çapraz akışlı membran filtrasyon düzeneği kullanılmıştır. Membran filtrasyon düzeneği paslanmaz çelikten yapılmış olup agresif/korozif kimyasallara dayanıklı malzemeden üretilmiştir. Düzenek membran modülü, ısıtıcı, süzüntü toplama bölümü, santrifüj pompa, hidrolik el pompası, bilgisayar ve hassas teraziden oluşmaktadır. Düzenekte yer alan membran modülüne takılabilecek membranın etkin alanı 150cm² 'dir.

2.1. Düzeneğin Çalıştırılması

Çalışmaya başlamadan önce; membran düzeneğindeki safsızlıkların arındırılması için % 2 lik zayıf asit içeren yıkama solüsyonu sistemden geçirilir. Yıkama solüsyonunun sistemden arındırılması amacı ile sistemden saf su geçirilir. Membran modüle yerleştirilir.

Deneye başlarken bilgisayar açılır, hassas terazi vasıtası ile süzüntü miktarını kaydedecek program çalıştırılır. Kullanılacak atık su içinde membran düzeneğini tıkayacak partiküllerden filtreleme yöntemi ile arındırılır. Atık su besleme tankına beslenir.

Deneye başlarken, sisteme elektirik verilmeden önce; hidrolik el pompası 900 Psi'a ayarlanır, membran modülü sıkıştırılır. Gösterge yardım hidrolik el pompasının 900 Psi'a sabitlendiği kontrol edilir. Elektirik mandalı vasıtası ile sisteme elektirik verilir. Isıtıcı çalıştırılır ve belirlenen sıcaklık parametresine ayarlanır. Besleme tankının sıcaklığı ayarlanan sıcaklığa geldiğinde devir ayarı yapılır, vana yardımıyla belirlenen basınç değerine ayarlanılır.

Düzenekten gelen ilk süzüntü damlası ile süzüntü miktarını kaydeden program çalıştırılır. Bu program sayesinde süzüntünün tartımı dakika başı bilgisayara kaydedilir. Deneyin başlatılmasından itibaren 5,15,30,45,60 ve 90. dakikalarda süzüntüden numune alınır.

Alınan numunelerin renk giderim veriminin hesaplanmasında referans olarak cihaza saf su için dalga boyu taraması yaptırılır. Ardından ham atık suyun maksimum absorbans değerinin ölçüldüğü dalga boyu kaydedilir. Ardından sırası ile alınan numunelerin absorbansı ham atık suyun dalga boyunda taratılır. Cihazdan okunan değerler kaydedilir. Alınan numunelerin KOİ verimlerinin hesaplanmasında ham atık su ve deneylerin sonunda süzüntülerden alınan numuneler KOİ kitine belirlenen ölçüde damlatılır. Kitler bekletilmeden termoreaktörde ısıtılır, kitlerin oda sıcaklığına soğutulmasının ardından cihaza KOİ kitleri yerleştirilir. Cihazda okunan KOİ değerleri kaydedilir.

Alınan numunelerin, iletkenlik giderim veriminin hesaplanması için ham atık suyun ve deneylerin sonunda süzüntülerden alınan numunelerin iletkenlik değerleri, iletkenlik ölçer ile ölçülür. Ölçülen değerler kaydedilir.

Alınan numunelerin, pH değişiminin hesaplanması için ham atık suyun ve deneylerin sonunda süzüntülerden alınan numunelerin pH değerleri, pH ölçer ile ölçülür. Ölçülen değerler kaydedilir.

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan cihazlar

ÇALIŞMADA KULLANILAN EKİPMANLAR	KULLANILIŞ AMACI
Bilgisayar, Exper	Süzüntü tartım verilerinin program vasıtasıyla kaydedilmesinde kullanılmıştır.
Hassas Terazi, A&J EJ6100	Birim zamanda süzüntü akısının tartımında kullanılmıştır.
Hidrolik El Pompası, Enerpac	Membran modülünün sıkıştırılmasında kullanılmıştır.
Isıtıcı, WiseCircu	Besleme tankında ki atık suyun istenilen sıcaklığa ısıtılmasında kullanılmıştır.

Çapraz Akışlı Membran Modülü, Sterlitech	İçerisine yerleştirilen flat sheet membran ile atık suyun arıtımında kullanılmıştır.
Saf Su Cihazı	Membran sisteminin yıkanmasında ve referans saf su eldesinde kullanılmıştır.
İletkenlik Ölçer, Janvey 4310	İletkenlik ölçümünde kullanılmıştır.
Termoreaktör, Hach LT 200	KOİ kitlerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.
pH Metre, Mettler Toledo, SevenCompact	pH ölçümünde kullanılmıştır.
UV Spektrofotometresi, Hach Lange DR 3900	KOİ ve renk analizlerinde kullanılmıştır.
KOİ Kiti, Hach LCK 514	KOİ değerlerinin tayininde kullanılmıştır.

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

Görsel 2.1. Çapraz akış prensipli membran sistemi (a), Isıtıcı (b), Membran modülü (c), Besleme tankı ve pompa (d), Hassas terazi ve bilgisayar (e)

2.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Membran Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan membran ince film kompozit (TFC) flat sheet (plaka tipi) nanofiltrasyon membranıdır. Ticari NF 270 nanofiltrasyon membran, GE Osmonics ABD firması aracılığıyla tedarik edilmiştir. Hem endüstriyel atık suların arıtımında hem de gıda endüstrisinde kullanılabilen membranın özellikleri Çizelge 2.3.'te verilmiştir. Tıbbi maske atıksuyunun arıtımı için birer NF 270 membranları kullanılmıştır. Her bir atık su için çalışma esnasında, önceden belirlenmiş çalışma koşullarında yeni membran kullanılmamış, kullanılan membranlar saf su ile temizlenerek, tekrar kullanılmıştır.

Çizelge 2.3. NF 270 membranın özellikleri (*MWCO: Moleküler ayırma sınırı, birimi Dalton)

Membranın Adı	NF 270
Besleme	Gıda / Endüstriyel Atık Suyu
Tip	Organik Giderme Yumuşatma
pH Aralığı	2-11
$MgSO_4$ Reddetme	%99
Gözenek Boyutu / MWCO*	~150 Da
Akı (GFD) / PSİ	20/110
Polimer	Poliamid-TFC

2.3. Deneyde Kullanılan Ham Atık Su Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan ham tıbbi maske endüstrisi atıksuyunun özellikleri Çizelge 2.4.' te verilmiştir. Deneyde kullanılan tıbbi maske atıksuyu Tekirdağ'da bulunan bir fabrikadan temin edilmiştir. Bu atıksular karakterizasyon işleminden önce kaba bir filtreden geçirilmiş, katı maddeleri önemli ölçüde uzaklaştırılmıştır. Karakterizasyon işleminin uygulaması KOİ, pH, iletkenlik ve renk analizlerinin yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.4. Ham tıbbi maske atıksularına ait özellikler

Parametre	**Tıbbi Maske AtıkSuyu**
Maksimum Absorbans (nm)	609
Maksimum Absorbans A_0 (abs)	4,476
pH	7,42
İletkenlik (µs/cm)	1,088
KOİ (mg/L)	786

2.4. Uygulanan Analitik Yöntemler

İşlem sırasıyla 5,15,30,45,60 ve 90. Dakikalarda numune alınması ve alınan numunenin Hach Lange DR 3900 markalı cihazla UV ölçümlerinin yapılmasıyla sürdürülmüştür. Ölçüm sonuçlarından renk giderimi verimi hesaplandı. Atıksuların ham haldeki değerleri ile karşılaştırılarak giderimler yorumlandı. Bu analiz ve yöntemi aşağıda anlatılmıştır.

2.5. Renk Giderim Verimlerinin Hesaplanması

Atıksuların 6, 12 ve 18 bar' da membran filtrasyon düzeneğinden geçirilmesi ile elde edilen süzüntü absorbans değerleri UV spektrofotometrede okunmuş, aşağıdaki eşitlikte okunan absorbans değerleri kullanılarak yüzde giderim verimleri hesaplanmıştır.

$$\%R = 100\frac{(A_0) - A}{A_0} \qquad [2.2]$$

R: Giderim verimi

A_0: Beslemenin maksimum absorbans değeri

A: Süzüntüdeki maksimum absorbans değeridir

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1.Tıbbi Maske Atıksuyu için Deney Sonuçları

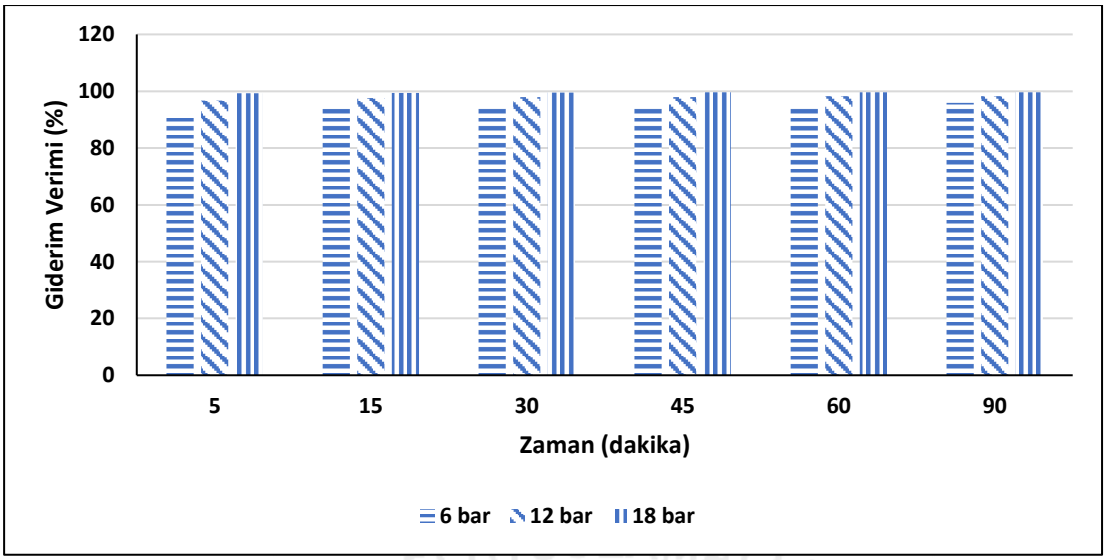
Çalışmada çapraz akış mekanizmalı membran sisteminde NF270 membranı ile Tekirdağ'da bulunan bir tıbbi maske fabrikasından elde edilen maske atıksuyu arıtımı araştırılmıştır. Sıcaklığın deney değişkenlerine etkisini incelemek için 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklıklarda, basıncın etkisini incelemek için ise 6, 12 ve 18 bar basınçlarda çalışılmıştır. Süzüntü suyunun akısı bilgisayar tarafından dakikada bir olacak şekilde kaydedilmiştir. Renk giderim verimi için numunelerin ve ham atık suların dalga boyları UV spectrofotometrede incelenmiştir.

3.2. Renk Giderim Verimi Değerleri

Aşağıdaki Çizelge 3.1., Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'te 25°C için çalışılan 6, 12 ve 18 bar basınçta UV spectrofotometrede analiz edilen değerlerle renk giderim verimleri hesaplanmış ve değerleri verilmiştir. Görsel 3.1., Görsel 3.2. ve Görsel 3.3.'te 25°C için çalışılan 6, 12 ve 18 bar basınçta UV spectrofotometrede analiz edilen değerlerle renk giderim verimleri ve değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Maske Atık Suyu için 25°C'deki (%) Renk Giderimi Değerleri

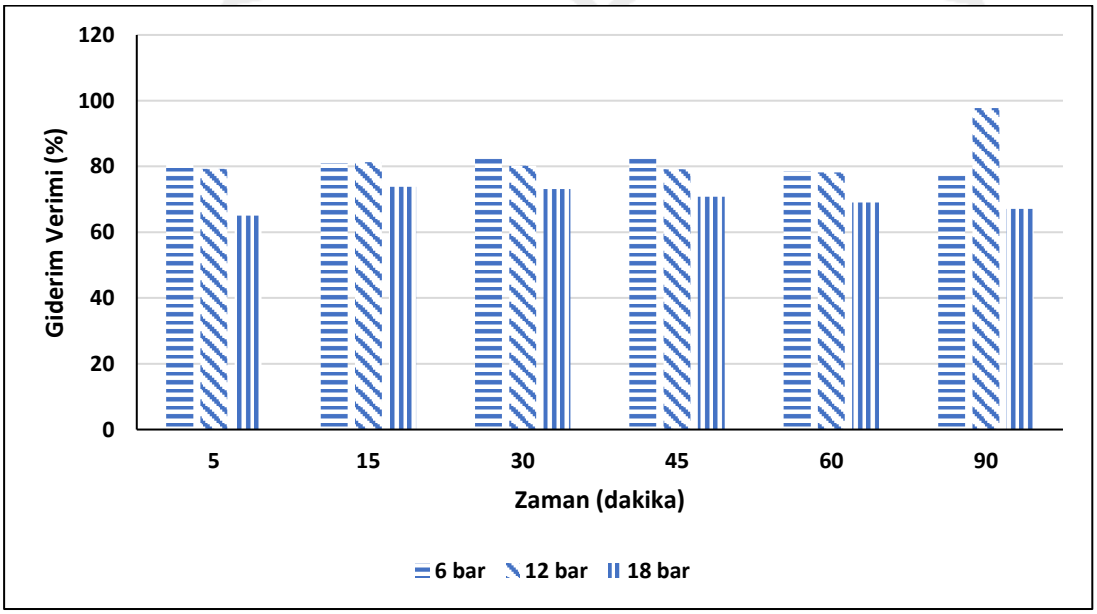
Zaman (Dakika)	**25°C**		
	6 bar	**12 bar**	**18 bar**
5	91,66	96,64	99,27
15	93,90	97,58	99,33
30	94,21	97,94	99,54
45	94,59	97,94	99,57
60	95,01	98,23	99,60
90	95,88	98,21	99,61



Görsel 3.1. Maske Atık Suyu için 25°C'deki (%) Renk Giderimi Değerleri

Çizelge 3.2. Maske Atık Suyu için 35°C'deki (%) Renk Giderimi Değerleri

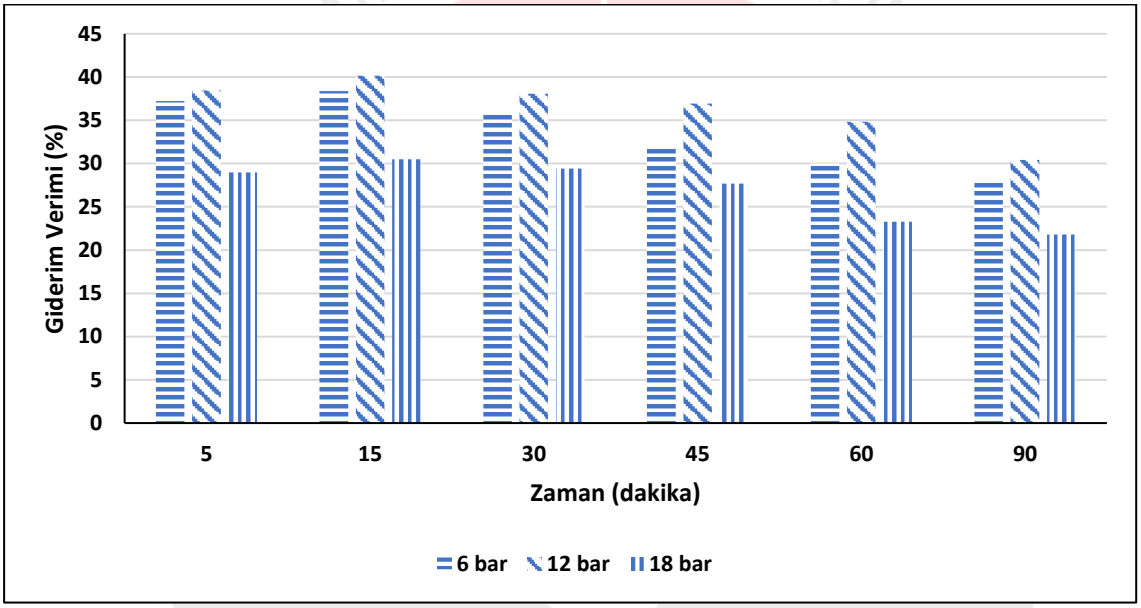
Zaman (Dakika)	35°C		
	6 bar	12 bar	18 bar
5	80,58	79,26	65,08
15	81,00	81,30	73,81
30	82,48	80,25	73,14
45	82,50	79,17	70,82
60	78,46	78,15	69,07
90	77,88	97,72	67,09



Görsel 3.2. Maske Atık Suyu için 35°C'deki (%) Renk Giderimi Değerleri

Çizelge 3.3. Maske Atık Suyu için 45°C'deki (%) Renk Giderim Değerleri

Zaman (Dakika)	45°C		
	6 bar	12 bar	18 bar
5	37,22	38,44	28,97
15	38,36	40,16	30,49
30	35,74	38,09	29,42
45	32,01	36,93	27,68
60	30,02	34,83	23,27
90	28,08	30,42	21,80



Görsel 3.3. Maske Atık Suyu için 45°C'deki (%) Renk Giderimi Değerleri

Çizelge 3.1., Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3. ile Görsel 3.1., Görsel 3.2. ve Görsel 3.3. incelendiğinde maske atıksuyu için sıcaklık ve basınç parametreleri paralel olarak arttırıldığında renk giderim veriminin giderek düştüğü gözlemlenmiştir. Sıcaklık ve basıncın paralel olarak arttırılmasının maske atıksuyu içerisindeki kirleticilerin membran süzüntüsüne geçmesine sebep olduğu sonucu öngörülebilir. Maske atıksuyu için optimum çalışma şartlarının en yüksek giderim veriminin (>%90) kaydedildiği 25°C ve 6 bar olarak önerilebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda endüstriyel atık su hacminin hızla artmasına ek olarak 2019 yılında tüm dünyada hızla yayılarak küresel bir karantinaya sebep olan Covid-19 virüsüyle birlikte maske kullanımı da büyük oranda artış göstermiştir. Bu artış sonucunda bu endüstrilerde çıkan atık su hacmi de paralel olarak artmıştır. Atık su hacminin artışıyla, suların arıtımı da önem kazanmıştır. Endüstrilerden çevreye deşarj edilen atık suları arıtmak için fiziksel bir atıksu arıtım metodu olan membran prosesleri kullanışlı bir yöntem olarak, son yıllarda sıklıkla çalışılan alanlardandır.

Bu deneysel çalışma, tıbbi maske üretimin tesisinden elde edilen boyar madde içeren atık suyun, atık olarak ayrıldığı noktadan alınarak çapraz akışlı membran filtrasyon sisteminde nanofiltrasyon yöntemiyle arıtımını incelemiştir. Bu atık su sadece maskelerin boyanmasında kullanıldığı için ağır ve agresif kimyasallar içermemektedir, renk farklılıklarına sebep olabilecek boyar madde içermektedir. Sistem içerisinde tıkanmalara sebep olabilecek ya da atık sulara zarar verebilecek büyük tanecikli oluşumların uzaklaştırılması amacıyla, sisteme beslenmeden önce, atık sular kaba filtreden geçirilmiştir. İstenilen sıcaklığa ısıtılan atık suların her biri ayrı ayrı, sistem çalışma basıncına ayarlandıktan sonra, pompa aracılığıyla sisteme beslenilerek NF270 membranı ile arıtma işlemine alınmıştır. Yapılan bu çalışmalarla basınç ve sıcaklık parametrelerinin, süzüntü akısına, KOİ, renk ve iletkenlik giderimi verimine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki gibi yorumlanmıştır.

- Ham atıksulara yapılan analizlerin sonucunda KOİ içeriklerini yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

- Tıbbi maske atıksuyu için uygulanan 25°C, 35°C ve 45°C sıcaklık analizleri incelendiğinde renk giderim veriminin sıcaklık artışıyla azaldığı görülmüştür.

- Tıbbi maske atıksuyu için uygulanan 6bar, 12 bar ve 18 bar basınç analizleri incelendiğinde renk giderim veriminde basınç artışıyla lineer bir değişimin gözlemlenmemiştir.

- Benzer durum maske atık suyu için KOİ ve iletkenlik değerlerinde de gözlenmiştir. 25°C sıcaklık ve 18 bar basınç tüm parametreler için optimum çalışma parametreleri olarak öngörülebilir. Bu durumda tıbbi maske atık sularının NF270 ile arıtılması önerilebilir.

- Sudaki canlıların ve suyun deşarj edildiği ortamın sağlığı açısından suyun kalitesi yüksek düzeyde önem arz etmektedir. Günümüzde Dünya çapında su kirliliğinin artması nedeniyle su arıtma yöntemleri çokça araştırılmaktadır. Bu nedenle optimum çalışma parametrelerinin araştırıldığı bu çalışmada SKKY standartlarına ulaşılabilmiştir. Atık suların arıtılabilmesi amacıyla çapraz akış mekanizmalı membran filtrasyon yöntemiyle NF270 membranın çalışılmasının uygun olduğu sonucu öngörülebilir.

Tüm bu çalışmaya ek olarak atık su özelliklerine uygun olarak çeşitli ön arıtım yöntemleri uygulanarak ya da sisteme farklı sistemlerin entegre edilmesiyle daha yüksek verim sağlanabilir. Süzüntü suyuna yapılacak farklı analizler ile sistem geliştirilebilir. Verimliliği yüksek ve uygulaması kolay olan bu sistemin kullanımı yaygınlaştırılarak suyun geri kazanımı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

[1] Demir, Ö., Yıldız, M., Sercan, ü., Arzum, C.Ş., 2017, Atıksuların geri kazanılması ve yeniden kullanılması, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 02(2017), s1-14.

[2] Dumlupınar, L., 2014, Kağıt endüstrisi atıksularına uygun arıtma teknolojilerinin belirlenmesi ve Türkiye'deki mevcut durumun analizi, Çevre ve Şehircilik Uzmanlık Tezi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 98s.

[3] Yuliana, M., Santoso, S.P., Putro, J.N., Wijaya, C.J., Lunardi, V.B., 2022, Environmental impact, health hazards and wastewater management of medical textile products, The Textile Institute Book Series, p829-864.

[4] Wang, X., Jiang, J., Gao, W., 2022, Reviewing textile wastewater produced by industries: characteristics, environmental impacts, and treatment strategies, Water Science & Technology, Volume 85 No:7, 21p.

[5] Oğur, R., Tekbaş, Ö.F., 2005, Temel Su Analiz Teknikleri, Aydın Matbaacılık, Ankara, "http:/www.suhijyeni.com".

[6] Haller, E.J., 1994, Simplified Wastewater Treatment Plant Operations, CRC Prlıc.

[7] Gupta, V.K., Mohan, D., Sharma, S., Sharma, M., 2000, Removal of basic dyes (Rhodamine B and Methylene blue) from aqueous solutions using bagasse fly ash, Sep. Sci. Technol. 35 (2000) 2097/2113.

[8] Marcucci, M., Nosenzo, G., Capannelli, G., Ciabatti, I., Corrieri, D., Ciardelli, G., 1970, Treatment and reuse of textile effluents based on new ultrafiltration and other membrane technologies, Desalination 138 (1970) 75_/82.

[9] Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı "www.çevreorman.gov.tr".

SAFRA KESESİNDE HETEROTOPİK PANKREAS DOKUSU

Op. Dr. Ayhan Erdemir[1]

[1]Anadolu Sağlık Merkezi Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği, Kocaeli,

ORCİD: 0000-0002-9417-3118

ÖZET

Heterotopik pankeas(HP), ana pankreas dokusu ile vasküler veya doku bağlantısı olmayan ayrı bir anatomik alanda bulunan pankreas dokusu olarak tanımlanır. Genellikle mide olmak üzere gastrointestinal sistemin (GİS) herhangi bir yerinde görülebilir. Safra kesesi, HP yerleşimi için oldukça nadir bir lokalizasyondur. Literatürde sadece 38 hasta tanımlanmıştır· Burada oldukça nadir görülen bir hastayı literatüre katkı amaçlı sunulması amaçlandı. Kırksekiz yaş kadın hasta. Yemek sonrası artan sağ üst kadran ağrısı ile yapılan ultrasonografide (usg) safra kesesi polipleri satandı. Laparoskopik kolesistektomi yapılan hastanın patolojisinde, safra keseside en büyüğü 7 mm olan 10 adet kolesterol polipler ve bir alanda az miktarda ductus ve yoğun asinüslerin olduğu HP dokusu saptandı. Otopsi serilerinde %0,5-13,7 oranında görülürken, laparotomi yapılan hastalarda %0,2 oranında görülebilmektedir[1]. HP dokusunun ana pankreas dokusu gibi abse, psödokist, kronik pankreatit süreçlerini gösterebilmektedir. Mide heterotopisindeki pankreas dokusundan malignite geliştiği de bildirilmiştir. Özellikler akalkülöz kolesistitlerde veya safra kesesi poliplerinde, parsiyel duvar kalınlaşması olan nodülarite gösteren safra kesesinde ayırıcı tanıda HP düşünülmelidir. Bizim hastamızda safra kesesi polipleri ile presente olmuştur. Laparoskopik kolesistektomi tedavi açısından yeterli olmaktadır. Spesifik bir semptom ve tanı yöntemi olmayıp, başka bir neden ile yapılan ameliyatlarda tedadüfen saptanarak patolojik tanı konabilmektedir. Bu nedenle safra kesesi ameliyatlarında tüm spesmenlerin mutlaka patolojik inceleme yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Safra kesesi, Heterotopi, Pankreas

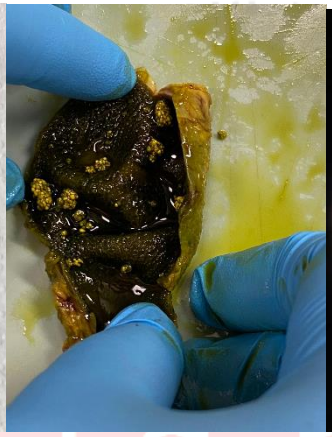
Giriş

Heterotopik pankreas(HP), ana pankreas dokusu ile vasküler veya doku bağlantısı olmayan ayrı bir anatomik alanda bulunan pankreas dokusu olarak tanımlanır. Genellikle mide olmak üzere gastrointestinal sistemin (GİS) herhangi bir yerinde görülebilir. Safra kesesi, HP yerleşimi için oldukça nadir bir lokalizasyondur. Literatürde sadece 38 hasta tanımlanmıştır[1]. Sağ yan ağrıları nedeni ile yapılan ultrasonografide (usg) safra kesesi polipleri saptanan ve takiplerde polip sayı

ve boyutlarında artış olması üzerine ameliyat edilen bir hastayı, oldukça nadir görülmesi nedeni ile literatüre katkı amaçlı sunulması amaçlandı.

Materyal Metod

Kırksekiz yaş kadın hasta. Aralıklı olarak yemek sonrası daha artan sağ üst kadran ağrısı ile yapılan usg'de safra kesesi polipleri satandı. Laboratuvar tetkiklerinde anlamlı bir sorun gözlenmedi. Semptomatik tedavi ile takip edilirken, takip usg'lerinde 3-5 adet 5-6 mm olan poliplerin 8-10 adet ve 7-8 mm kadar büyümesi üzerine laparoskopik kolesistektomi yapıldı (Görsel 1, Görsel 2).



Görsel 1 Görsel 2 Görsel 3

Postoperatif olağan seyir ile taburcu edilen hastann spesmen patolojik değerlendirmesinde safra kesesinde en büyüğü 7 mm olan 10 adet kolesterol polipleri ve bir alanda az miktarda duktus ve yoğun asinüslerin olduğu HP dokusu saptandı (Görsel 3).

Tartışma

HP, GİS meckel divertikülü, safra kesesi, safra yolları, karaciğer, omentum akciğerde de nadiren görülebilir. Otopsi serilerinde %0,5-13,7 oranında görülürken, laparotomi yapılan hastalarda %0,2 oranında görülebilmektedir[1]. Mayo klinikte 212 HP raporlanan çalışmasında sadece 1 hastada safra kesesinde ektopi bildirilmiştir[2]. HP kavramından ilk kez 17 yy da Jean Schultz bahsetmiş[3]. Heinrich ise ektopik pankreas sınıflamasını tarif etmiştir[4]. Buna göre

Tip 1: Endokrin hücrelerin, duktusların ve asinüslerin olduğu normal pankreasın tüm yapılarını içeren ektopiler

Tip 2; daha çok asinüslerin olduğu, birkaç duktusun eşlik ettiği ancak endokirn hüclelerin olmadığı ektopiler

Tip 3: Daha çok duktusların olduğu, birkaç asinüsler içeren endokrin hücrelerin olmadığı ektopiler

Bizim hastamız, birkaç duktusun eşilik ettiği ,asinüsleri yoğun olduğu ve endokrin hücrelerin olmadığı tip 2 grubuna uymakta idi (Görsel 3). Daha çok 40-50 yaşlar arasındaki kadın hastalarda görülmektedir. Bizim hastamız da 48 yaş kadın hasta idi. Hastalar genellikle asemptomatik olup başka bir nedenle yapılan kolesistektomi sonrası patolojik tanı almaktadır. Daha çok safra kesesi taşları ile olmakla birlikte, safra kesesi polipleri ve malignite şüpheleri de ameliyat nedeni olmuştur. Litertürde sadece bir vaka olarak perforasyon ve peritonit ile presente olan HP tanımlanmıştır[5]. Patoloji tanıda altın standarttır[3]. HP dokusunun ana pankreas dokusu gibi abse, psödokist, kronik pankreatit süreçlerini gösterebilmektedir. Mide heterotopisindeki pankreas dokusundan malignite geliştiği de bildirilmiştir[6]. Asahi Sato ve ark ları safra kesesi ektopisi olan hastalarda safra kesesindeki safra sıvısında pankreatik enzim aktivitesini göstererek, enzimatik aktivitenin kolesistopatik semptomların sebebi olduğunu göstermiştir[7]. Özellikler akalkülöz kolesistitlerde veya safra kesesi poliplerinde, parsiyel duvar kalınlaşması olan nodülarite gösteren safra kesesinde ayırıcı tanıda HP düşünülmelidir[3]. Bizim hastamızda safra kesesinde takipli polipleri ile presente olmuştur. Laparoskopik kolesistektomi tedavi açısından yeterli olmaktadır[1]

Sonuç

Safra kesesinde HP oldukça nadir görülmektedir. Spesifik bir semptom ve tanı yöntemi olmayıp, başka bir neden ile yapılan ameliyatlarda tedadüfen saptanarak patolojik tanı konabilmektedir. Bu nedenle safra kesesi ameliyatlarında tüm spesmenlerin mutlaka patolojik inceleme yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Aborajohh E, Ghayada IKK, Laf, YMI. Heterotopic Pancreas in the Gallbladder: Case Report and Literature Review. Case Reports in Medicine, Jan 30, 2021, 2021
2. T. Klimis, N. Roukounakis, I. Kafetzis, V. Mouziouras, I. Karantonis, and N. Andromanakos, “Heterotopic pancreas of the gallbladder associated with chronic cholecystitis and high levels of amylasuria,” JOP: Journal of the Pancreas, 12, 2011.
3. Gurudutt Bhaskar Basrur 1,2 & Shiv Kumar Utture 3 & Apurv A. Deshpande 3. Heterotopic Pancreas in the Gallbladder. Indian J Surg, October, 78, 2016.

4. J. Wlaz, A. Ma¸dro, W. Ka ´ zmierak, K. Celi ´ nski, and M. Słomka, ´ "Pancreatic and gastric heterotopy in the gastrointestinal tract," Postepy Higieny I Medycyny Doswiadczalnej, 68, 2014.
5. Ben-Baruch D, Sandbank Y, Wolloch Y. Heterotopic pancreatic tissue in the gallbladder. Acta Chir Scand, 152,1986
6. M. Rezvani, C. Menias, K. Sandrasegaran, J. D. Olpin, K. M. Elsayes, and A. M. Shaaban, "Heterotopic pancreas: histopathologic features, imaging findings, and complications," RadioGraphics, 37, 2, 2017
7. A. Sato, M. Hashimoto, K. Sasaki, M. Matsuda, and G. Watanabe, "Elevation of pancreatic enzymes in gallbladder bile associated with heterotopic pancreas. A case report and review of the literature," JOP: Journal of the Pancreas, 13, 2, 2012.

AKILLI ŞEBEKELERE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ENTEGRASYONUNUN ÇEVRE AÇISINDAN İNCELENMESİ

AHMET KIZMAZ

KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,– 0000-0002-9418-5960

ÖZET

Tez çalışmasında, mevcut elektrik iletim ve dağıtım şebekeleri ve akıllı şebeke sistemleri ayrı ayrı incelenip akıllı şebeke sistemlerinin mevcut elektrik şebekelerine göre üstünlükleri ve akıllı şebeke sistemini mevcut elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanmaya başlayan ülkelerin ne gibi çalışmalar yaptıkları incelenip Türkiye'nin bu konudaki çalışmaları değerlendirilecektir. Akıllı şebeke sistemlerine güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesinin çevre açısından ne gibi faydaları olacağı ortaya konacaktır. Akıllı şebeke sisteminin çift yönlü veri akışı sağlaması sayesinde üretici-tüketici modelinin tüketiciye olan faydalarından bahsedilecektir. Literatürde akıllı şebeke sistemlerine yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesi konusu incelenmesine karşın çevre açısından ne gibi katkılar sağlayacağı konusundaki bilgiler yetersizdir. Çalışmada akıllı şebeke sistemlerine yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesinin çevre açısından sağlayacağı faydalar açıklanmaya çalışılacaktır. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan doküman analizi yönteminden yararlanılacaktır. Yazılı kaynakların incelenmesi sonucu bilgi havuzu oluşturulacak ve elde edilen bilgiler niteliksel çözümleme yöntemiyle analiz edilecektir. Araştırmayla alakalı ilk ve temel bilgilere ulaşmak ve farklı görüş ve fikirleri karşılaştırmalı olarak analiz edebilmek amacıyla kitaplar, dergiler, bültenler, gazeteler, belgeler, bilimsel araştırma raporları, online veri tabanları, e-kitaplar ve e-dergiler olmak üzere basit kaynak incelemesi yöntemiyle detaylı bir literatür taraması gerçekleştirilecektir. Çalışmada öncelikli olarak ulusal ve uluslararası literatür taraması yapılacak ve Dünya'da yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şebeke, Yenilenebilir Enerji, Çevre

1. GİRİŞ

Her geçen gün gelişen teknolojiyle beraber elektrik kullanım miktarı da artmaktadır. Daha rahat bir yaşam için kullanılan çoğu sistem elektrik enerjisine bağımlıdır. İlk elektrik şebekesi 1882 yılında, New York'ta Thomas Edison tarafından kurulmuştur. Artan elektrik enerjisi kullanımından dolayı mevcut şebekeler yetersiz kalmaya başlamıştır. Bununla beraber şebekeler sürekli genişletilmek zorunda kalınmıştır. Günümüzde kullanılan elektrik şebekeleri artan elektrik enerjisi kullanımından dolayı enerji talebini karşılamakta yetersiz hale gelecektir. Ayrıca üretilen elektriği tüketicilere ulaştıran mevcut şebekelerde, voltajın artırılıp azaltılmasından dolayı enerji kayıpları yaşanmaktadır. Bu sebeplerden dolayı akıllı şebeke dediğimiz yeni bir şebeke yapısına geçilmek zorunda kalınacaktır.

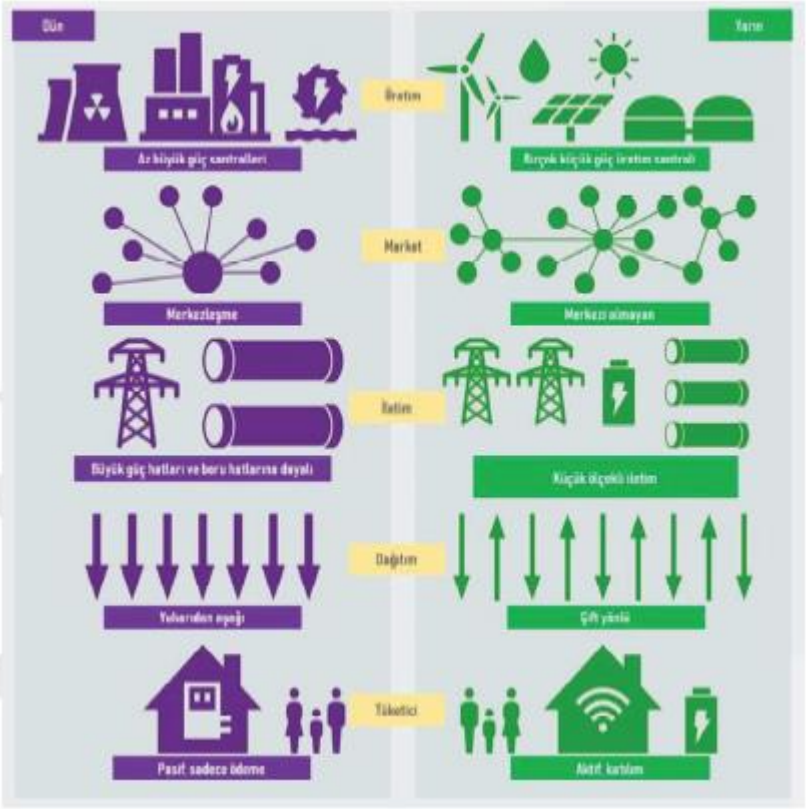
Elektrik enerjisi üretmek için kullanılan fosil kaynakların da tükeneceği bilindiğinden (kömür 114 sene, doğal gaz 53 sene ve petrol 51 sene), güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanılmalıdır. Hem fosil kaynakların tükenmesiyle yenilenebilir enerji kaynakları mecburi istikamet olacak hem de daha çevreci oldukları için bu kaynaklara yatırım yapan devletler ileride daha güçlü bir konumda olacaklardır. Bu bağlamda, her geçen gün artan elektrik enerjisi kullanımıyla beraber, mevcut şebekelerin terkedilip akıllı şebekelere geçilmesi zorunlu hale gelecektir. Ayrıca fosil kaynakların tükenmesiyle beraber yenilenebilir enerji kaynakları da akıllı şebekelere entegre edilmek zorunda kalınacaktır.

Akıllı şebeke sistemini mevcut elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanmaya başlayan ülkelerin yaptığı çalışmalar ve Türkiye'nin bu konuda ne gibi çalışmalar yaptığı incelenip Türkiye için nasıl bir akıllı şebeke sisteminin olması gerektiği ortaya konmaya çalışılacaktır. Türkiye'de güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kullanım oranları incelenip, akıllı şebeke sistemlerine yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesinin katkılarının neler olacağı açıklanacaktır. Akıllı şebekelerin yaygınlaşması ve artan yenilenebilir enerji kullanımından yararlanarak daha çok tüketicinin sisteme katılması için neler yapılabileceği açıklanmaya çalışılacaktır. Mevcut elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinin dijitalleştirilip akıllı şebeke sistemlerine geçilmesi ve rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının akıllı şebeke sistemlerine entegre edilmesinin çevre açısından herhangi bir katkısının olup olmadığı incelenecektir.

Artan elektrik talebinin ilerleyen yıllarda mevcut elektrik şebekeleriyle kontrol altına alınması oldukça zorlaşacaktır. Teknolojinin gelişmesi ve hayatı kolaylaştırmasıyla beraber ülkeler akıllı şebeke sistemlerine yönelik yatırımlar yapmaya başlamışlardır. Birçok ülke akıllı şebeke sistemiyle ilgili projeler ve hedefler belirleyerek, çeşitli programlar hazırlamışlardır. Dünya'da faaliyette olan akıllı şebeke çalışmalarının en önemli hedefi, kayıp-kaçak miktarını azaltıp enerji kaynaklarından daha etkin ve verimli bir şekilde yararlanmak olmuştur. Dünya'da birçok ülke akıllı şebeke sistemleriyle ilgili yapılan çalışmalara kayıtsız kalmayıp bu yönde gereken stratejiler ve hedefler oluşturarak, akıllı şebeke projelerini uygulamaya başlamışlardır. Hem Türkiye'de hem de Dünya'da mevcut elektrik şebeke sistemlerinin, günümüzde kullanılan teknolojiye uyumlu hale gelebilmesi amacıyla bir değişim yaşaması gerekmektedir. Yaşanması muhtemel olan değişim sürecinde doğru planlama yapılarak, planların hızlıca gerçeğe dönüştürülmesi hedeflenmelidir. Ekonomik açıdan güçlü birçok ülke, akıllı şebeke yatırımlarını planlayıp bir kısmını uygulamaya başlamışlardır. Ülkelerde akıllı şebeke sistemlerinin yaygınlaştırılmasıyla beraber; dengeli elektrik tüketim miktarlarının belirlenmesi, gerçek zamanlı veri akışı, enerji arz-talebinde yaşanan arızaların en aza indirilmesi, karbon emisyonunun azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması sağlanmış olacaktır. Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artıran ve mevcut elektrik şebekelerini dijitalleştirip akıllı şebekelere geçiş yapan ülkeler, hem yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon salınımının olmaması hem de akıllı şebeke sistemleri sayesinde elektrik üretim ve tüketiminin daha kontrol edilebilir olması dolayısıyla mevcut durumlarına göre daha çevreci bir şekilde elektrik üretimi yapmış olacaklardır.

2. AKILLI ŞEBEKELER

Şebeke, birbirleriyle entegre olan yapılardan oluşan sistemdir. Akıllı şebeke denmesinin sebebi elektrik üretiminden tüketimine kadar olan sürecin dijital bir şekilde otomasyon kullanılarak yönetilmesidir. Akıllı şebeke, elektrik arz ve talep dengesini çift yönlü olarak gerçekleştiren ve elektrik şebeke sistemlerini sürekli izleyebilme ve gerektiğinde kontrol edebilme imkânı olan enerji yönetim sistemi olarak tanımlanabilir. Akıllı şebekeler, elektriğin üretilmesi, iletimi-dağıtımı ve tüketiciler olmak üzere 3 ana kısımdan oluşmaktadır. Akıllı şebekeler hem talep hem de arz tarafındaki sistem kullanıcılarına verimli, sürekliliği olan, ekonomik ve güvenli bir şekilde elektrik enerjisi tedarikini gerçekleştirmek için oluşturulacak yeni nesil elektrik şebeke sistemidir. Bu sistemle beraber tüketiciler akıllı ev otomasyon projeleri ve elektrik şebekesindeki işletme optimizasyonu sayesinde, sistemde aktif olarak rol alabileceklerdir. Sistem kullanıcıları akıllı şebekelerin fiyat sinyallerine göre, kendilerine en uygun gördükleri zamanda ve fiyatta elektrik alımı yapabileceklerdir. Ayrıca tüketiciler üretim imkanına sahipse sisteme elektrik de satabileceklerdir (Akcanca & Taşkın, 2011).



Görsel 1. Mevcut Şebeke ve Akıllı Şebeke Sisteminin Karşılaştırılması

2.1. Akıllı Şebekelerin Avantajları

- Elektrik enerjisi tüketicilerine, klasik şebeke sistemine göre daha ayrıntılı bilgi ve enerji kullanım tarifeleri sunar.
- Akıllı ev projelerinin faaliyete geçmesiyle beraber, tüketicilerin enerji ihtiyaçlarını kendilerinin karşılayabilecek durumda olması sağlanır.

- Sistem kullanıcıları farklı tarifelere göre yapılan fiyatlandırma seçenekleri sayesinde daha uygun fiyata elektrik satın alabilir.
- Tüketilecek elektrik enerjisi miktarı kadar elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirileceğinden, üretilen elektrik enerjisi boşa harcanmaz. Tüketicilerin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisi anlık olarak sistemden karşılanabilecek ve ihtiyaç fazlası elektrik tekrar sisteme aktarılacaktır.
- Elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinin altyapısının optimize edilmesi ve geliştirilmesi sağlanacaktır.
- Rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının, elektrik şebeke sistemlerine daha sistematik entegre edilebilmesinin önü açılacaktır.
- Elektrik dağıtım şebeke sistemlerine mikro üretim yapan tesislerin de eklenmesi ile elektrik şebekesindeki güç kalitesinin iyileştirilmesi sağlanabilecektir.
- Şebekelerde yaşanan kayıp ve kaçak miktarları azaltılacaktır.
- İletim ve dağıtım şirketlerinin şebekeleri yönetme faaliyetleri bilgisayar tabanlı uygulamalar sayesinde daha kolay yürütülebilecektir.
- Elde edilen ölçümler ve analizler sayesinde, sistemin ihtiyaç duyacağı enerji yatırımları doğru bir şekilde yapılabilecektir.
- Elektrikli araçların kullanımı için uygun bir altyapı sistemi oluşturulmuş olacaktır.
- Elektrik üretimi için kullanılan mevcut kurulu güç, daha etkin ve doğru bir şekilde kullanılacaktır (Akcanca & Taşkın, 2011).

2.2. Dünya'da Ve Türkiye'de Akıllı Şebeke Çalışmaları

Teknolojik gelişmelerin hayatımızı kolaylaştırmasıyla beraber birçok ülke akıllı şebeke sistemlerine yönelik yatırımlar yapmaya başlamışlardır. Birçok ülke akıllı şebeke sistemiyle ilgili projeler ve hedefler belirleyip, belirli programlar hazırlamışlardır. Dünya'da faaliyette olan akıllı şebeke çalışmalarının en önemli hedefi, kayıp-kaçak miktarını azaltıp enerji kaynaklarından daha etkin ve verimli bir şekilde yararlanmak olmuştur. Akıllı şebekeler sayesinde ulaşılmak istenen diğer hedefler ise; enerji üretimini güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamak, karbon emisyon miktarını düşürmek, elektrik şebeke sistemlerini optimize etmek, ileriye yönelik tahmin yapabilen ölçüm altyapısını oluşturmak, elektrikli araçları ve akıllı evleri sistem ile entegre hale getirmek ve şebeke sistemini akıllı yönetim sistemleri ile yönetmektir. Akıllı şebeke çalışmaları yüksek maliyetler gerektirse de elde edilen enerji tasarrufları ve edinilen bilgiler sayesinde harcanan miktar birkaç yıl içinde kendini amorti edebilmektedir (Kırmızıoğlu, 2015).

2.2.1. İtalya Telegestore Projesi (2000-2005)

İtalya'da Enel şirketi tarafından, 2000 ve 2005 yıllarını kapsayan Telegestore projesi; elektrik şebeke sistemine akıllı sayaçların entegre edilmesi, hassas ölçüm teknikleri, iletişimde teknolojinin kullanılması ve elde edilen verilerin yönetimi gibi özellikleri sayesinde mevcut akıllı şebeke projelerinden farklılık göstererek Dünya'da akıllı şebeke uygulamalarının ilki olarak kabul görmektedir. Ar-Ge çalışmaları, akıllı sayaçların ve kondansatörlerin üretimi ve montajı, bilgi teknolojisi sistemlerinin iyileştirilmesi ve şebekenin optimize edilmesi için toplam yaklaşık 2,1 milyar euro harcama yapılmıştır. Bununla birlikte projenin yıllık 500 milyon euro kazanç sağlaması tahmin edilmiştir. Proje tamamlandığında, proje yatırım miktarı

çok yüksek olmasına karşın, faturaların detaylı ve doğru ölçülmesi, şebekeye uzaktan erişim ve şebekeyi yönetme imkânı, değişik elektrik tarifelerinden yararlanma, elektrik enerjisinin dengeli bir şekilde ve kullanıma göre üretimi, enerji verimliliği, karbon oranında azalma ve kayıp-kaçak oranının azaltılması gibi avantajları sayesinde projenin kendini yaklaşık 5 yıl içerisinde amorti ettiği görülmüştür. Projeyle birlikte, neredeyse 29,8 milyon mevcut sayaç akıllı sayaçlarla değiştirilmiş ve 350 bin kondansatör kullanımı gerçekleştirilmiştir (Demirkol, 2019).

2006 senesinden itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriği şebekeye ileten çift yönlü iletişim kurmaya imkân tanıyan, çok fazlı sayaçların kullanımı da faaliyete alınmıştır. Projenin tamamlanmasıyla beraber yaklaşık 700 bin tüketicinin faturalandırılması yük profillerine göre yapılmıştır. Bu proje sayesinde elektrik enerjisi ihtiyacı ve gücü otomatik olarak belirlenmiş; gün, hafta, ay ve mevsimsel olarak çeşitli tarife seçenekleri oluşturulmuş, şebekeye uzaktan erişim sayesinde enerji açma-kapama, yetkilendirme, kayıp-kaçak miktarının en aza indirilmesi, tüm müşteriler için ayrı ayrı veri yönetimi yapılabilmesi, aktif-reaktif enerji ölçümü yapılması, elektrik yük profillerinin ve depolama kapasite miktarlarının hesaplanması, tüm transformatörler için ayrı ayrı dengeleme yapılabilmesi ve abonelere anlık olarak enerji tüketim miktarlarının iletilmesi sağlanmıştır (Kırmızıoğlu, 2015).

Tek fazlı Çok fazlı direk Çok fazlı indirek

Görsel 2. Telegestore projesinde kullanılan sayaçlar

2.2.2. Malta Enemalta Projesi (2008-2013)

2008 yılında başlatılan Enemalta Projesi ile 5 senelik bir süre içerisinde, Ülkedeki bütün elektrik ve su sayaçlarının yerine akıllı sayaçların kullanılması amaçlanmıştır. Bu proje sayesinde Malta, Dünya'da ilk akıllı şebeke ülkesi olarak kabul edilmiştir. Bu projeyle birlikte ülke vatandaşlarının su ve elektriği kendilerine uygun gördükleri saatte kullanabilmelerine imkân tanıyan akıllı bir altyapı sistemi sağlanmıştır. Ayrıca elektrik enerjisinin ithalata bağımlı fosil kaynaklar yerine; yerli, çevreci ve daha temiz olan güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi sağlanmıştır. Su ve elektrik şebeke sistemlerini entegre eden bu proje sayesinde; su sızıntılarının, elektrik kayıp-kaçaklarının önlenmesi ve elektrik dağıtım şirketlerinin akıllı şebekeler için yapacağı yatırımların akıllıca planlanması neticesinde mevcut kaynakların daha verimli kullanılması sağlanmıştır. Projeyle birlikte yaklaşık 250 bin akıllı sayaç kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayaçlar, sistem kullanıcılarının elektrik tüketimini gerçek zamanlı ölçerek, verileri otomatik olarak sistem işletmecisine aktarmıştır. Ayrıca sistem kullanıcılarına farklı tarifelerden yararlanma imkânı sağlanmıştır. Kaynakların daha verimli

kullanılmasını sağlamak amacıyla da daha az enerji ve su tüketen müşteriler ödüllendirilmiştir (Demirkol, 2019).

2.2.3. İngiltere Akıllı Sayaçlara Geçiş Programı

İngiliz hükümeti, İngiltere'deki tüm hane ve işyerlerinde akıllı sayaç kullanılmasını hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda akıllı şebekelere geçişi sağlamak amacıyla iki aşamadan oluşan bir program hazırlanmıştır. Bu programın temel hedefi, İngiltere'nin karbon emisyon miktarını azaltarak güvenli ve istikrarlı bir yapıya sahip enerji altyapı sistemini oluşturmaktır. Programın ilk aşamasının tamamlanmasıyla beraber, 2010 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte akıllı şebeke sistem tasarımının yapılarak şebekeye uyum yöntemlerinin araştırılması amaçlanmıştır. İkinci aşamada ise 2015-2020 yılları arasında akıllı sayaç kullanıcı sayısının artırılması sağlanarak, 2019 senesinin sonlarına doğru yaklaşık 50 milyon akıllı sayacı elektrik ve doğal gaz şebekelerine entegre etmek amaçlanmıştır. Yapılacak yatırımların toplam maliyetinin yaklaşık 11 milyar euro olacağı tahmin edilmektedir (Kırmızıoğlu, 2015).

2.2.4. Almanya DENA I ve II Akıllı Şebeke Projeleri

Alman hükümeti, DENA I Akıllı Şebeke Projesi ile güneş ve rüzgâr gibi çevreci enerji kaynaklarını elektrik şebeke sistemine entegre etmeyi amaçlamaktadır. DENA I projesinin sonuçları incelenerek, 2004 senesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik miktarı payı olan %10'lık kısmı, 2010 senesinde %12,5'e, 2020 senesine gelindiğinde ise %20'ye çıkarmak amaçlanmıştır. Ayrıca akıllı sayaçların montajı da proje içerisinde yer verilen hedeflerdendir. Alman hükümeti, 2008-2012 yılları arasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonu sayesinde karbon emisyon miktarını aşamalı olarak 859 milyon tondan, 846 milyon tona indirmeyi amaçlamıştır. DENA I Akıllı Şebeke Projesi tamamlandıktan sonra DENA II Akıllı Şebeke Çalışması faaliyete alınmıştır. Projeyle beraber üç temel hedefe öncelik verilmiştir. Bu doğrultuda özellikle güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak elde edilen elektrik üretim miktarını %39 seviyesine yükseltmek, elektrik şebeke altyapısını iyileştirmek ve abonelere elektriği kendilerine en uygun buldukları zamanda kullanabilmeleri için esneklik sağlamaktır. Proje tasarım aşamasındayken kullanılan elektrik şebekesindeki eksik yönler incelenmiş, akıllı şebeke sistemi için gereken şebeke iyileştirmesi ve genişletme çalışmaları için yeni yüksek gerilim hatlarının ilavesi (2015 yılında 850 km), ve aktif-reaktif güç kontrolünün nasıl yapılacağı belirlenmiştir. 2015 senesine kadar elektrik şebeke sisteminin bütününde istikrarlı ve güvenli bir şekilde gereken kontrollerin yapılması amaçlanmıştır (Kırmızıoğlu, 2015).

2.2.5. Fransa Linky Pilot Projesi

Elektrik dağıtım şebekesini geliştirmek, modern bir hale getirmek ve şebekeyi güvence altına almak için, elektrik dağıtım kamu hizmetinin sürekliliğinden sorumlu olan Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu (ERDF) tarafından sürekli yatırımlar yapılmaktadır. Elektrik şebekelerini toplumun yeni ihtiyaçları ile uyumlu hale getirmek büyük bir stratejik zorluk içermektedir. 2010 yılında Fransa'da yayınlanan bir yasa tasarısına göre, 2012 yılı ocak ayından 2016 yılının sonuna kadar ülkenin %95'inin mevcut sayaçlarının akıllı sayaçlar ile değiştirilmesi

hedeflenmiştir. Bu doğrultuda ERDF, "iletişim protokolüne sahip sayaçlar" olarak adlandırılan yeni nesil akıllı sayaçlar olan "Linky" sistemini geliştirmiştir. Bununla beraber Fransa'da 300 bin "Linky" iletişim protokollü cihazın faaliyete geçirileceği bir pilot proje başlatılmıştır (Atıcı, 2021).

Görsel 3. Fransa Linky pilot projesinde kullanılan sayaç

2.2.6. İspanya Endesa (2010-2015)

İspanya Hükümeti, 2008 senesinde yürürlüğe giren yasa ile elektrik dağıtım şirketlerinin, sistem kullanıcılarının kullanmış olduğu mevcut sayaçlar yerine akıllı sayaç takmalarını zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca sayaç değişimleri için tüketicilere ek maliyet oluşturulmayacaktır. Bu yasa neticesinde, Endesa elektrik dağıtım şirketinin 2010 yılından 2015 yılına kadar 13 milyon abonesine otomatik sayaç okuma ve yönetme imkânı sağlayacak alçak gerilimli akıllı sayaçlar takması kararlaştırılmıştır (Kırmızıoğlu, 2015).

2.2.7. Japonya

Japonya'da dev sanayi paydaşları tarafından oluşturulmuş olan Japonya Akıllı Toplum İttifakı, ülkenin akıllı şebeke yol haritasının belirlenmesinde kritik görevler üstlenmektedir. Japonya 1990'lı yıllardan günümüze kadar, akıllı şebeke sistemleri için önemli miktarda yatırımlar gerçekleştirmiş ve bu konuda lider olma noktasına gelmiştir. Akıllı şebeke çalışmalarına çok erken başladığından dolayı, akıllı şebeke çalışmalarını talep kısmında sürdürmektedir. 2010 senesinde, akıllı şebeke çalışmaları kapsamında 4 şehirde pilot uygulamalara başlanmıştır (Kırmızıoğlu, 2015).

2.2.8. Çin

Çin Hükümeti, akıllı şebekelere geçiş sürecinde İngiltere Hükümeti'nin de uyguladığı aşamalı geçiş programını uygulamaya koymuştur. İlk aşamada 2009 ve 2010 seneleri arasında elektrik şebeke sistemi planlaması ve pilot bölgelerin seçilmesini, ikinci aşamada 2011 yılından 2015 yılına kadar elektrik şebeke sistemi ve akıllı sayaç kurulumu ve son aşamada ise 2016 yılından 2020 yılı sonuna kadar elektrik şebeke sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. 2016 senesinden itibaren Çin Hükümeti, akıllı şebeke projelerine yaklaşık 60 milyar dolar harcama yapmıştır. Toplam yatırım miktarının 2020 senesi sonuna kadar yaklaşık 100 milyar dolar olması öngörülmektedir (GAZBİR, 2017).

2.2.9. Türkiye

Türkiye'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 20.02.2012 tarihinde yayınlanan 2012-2023 Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde akıllı şebeke altyapı çalışmalarına başlanması öngörülmüştür ve akıllı şebeke uygulamalarının kademeli olarak yaygınlaştırılması çalışmalarına başlanacağı belirtilmiştir. Ayrıca bu kapsamda elektrik enerjisi ve doğal gazda yıllık talebin belirlenmesi ve elektrik enerjisinin depolanması gibi çalışmalar yapılması da belirtilmiştir. Türkiye'nin akıllı şebeke sistemlerine olan ilgisi her geçen gün artmaktadır. Bu maksatla;

- Elektrik iletim ve dağıtım şebeke sistemlerinin yenilenmesi amacıyla gerekli denemeler ve çalışmalar yapılmış,
- Başta elektrik dağıtım şirketleri olmak üzere piyasa katılımcıları tarafından gerekli fayda-maliyet tahminleri yapılmış,
- TÜBİTAK öncülüğünde uluslararası projelere katılım sağlanmış,
- Otomatik sayaç okuma ve farklı SCADA sistemleri için gereken yatırımlar yapılmış,
- Elektrik şebekelerinin anlık olarak izlenip kontrol edilebilmesi için gereken yatırımlar yapılmış,
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde, akıllı sayaç üretimi yapabilmek amacıyla SAYKOM kurulmuştur.

Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme projesi ile tüketicilerin elektrik piyasasında aktif rol almasını sağlamak, toplam elektrik üretimi içerisinde yenilenebilir enerjinin payını arttırmak, elektrik şebeke sisteminin verimliliğini ve elektrik güç kalitesini artıracak maliyet etkin bir akıllı şebeke sistemine geçişte gereksinim duyulan yol haritasını oluşturmak ve akıllı şebeke sistemlerine geçiş için gereken yol haritasının hazırlanması amaçlanmıştır. Akıllı şebeke yol haritası belirlenirken, bütün elektrik dağıtım şirketlerinden alınan verilerin incelenmesi ve her elektrik dağıtım şirketinin ayrı ayrı kendine özgü mevcut yapısının incelenmesi, Dünya genelinde akıllı şebekelere kısmen geçiş yapmış olan ülkelerin akıllı şebeke vizyonları, hedefleri, gerçekleştirdikleri ve gerçekleştirecekleri projelerden yararlanılmıştır. Türkiye elektrik piyasasının tüketici merkezli ve rekabete dayalı serbest piyasa yapısına geçebilmesi için elektrik dağıtım şebeke sisteminin teknolojik dönüşümü temel zorunluluktur.

2.3. Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Açısından Önemi

Dünya'da uzun yıllardan beri ülkelerin ekonomileri için kritik bir değere sahip olan enerji, hemen hemen bütün ülkeler için önem verilmesi gereken konulardandır. Hem Dünya'da ve hem de Türkiye özelinde genel olarak bakacak olursak, 21. yüzyıla kadar ülkeler enerji gereksinimlerini petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklardan karşılamaktaydılar. Petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklar bakımından büyük miktarda rezervi bulanan ülkeler; enerji kaynakları ithalatçısı konumunda olan ülkelere karşı, ihracatçı olma avantajlarını kullanarak baskı yapabilmekteydiler ve hatta zaman zaman küresel siyasette de söz sahibi olabilmekteydiler. Fakat 21. yüzyıldan itibaren enerji kaynakları ithalatçısı konumunda olan ülkeler hem enerjide arz güvenliğini sağlayabilmek hem de petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların çevreye verdikleri tahribattan ötürü alternatif enerji kaynakları bulma arayışına yönelmişlerdir. Dünya'da uzun

yıllardan beri enerji ihtiyacının petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklardan karşılanması gerek ülke ekonomileri açısından gerekse toplum sağlığı açısından, küresel ısınma, iklim değişikliği ve karbon salınımı gibi çevre sorunlarının ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. Her geçen gün artan nüfus ve sanayileşme ile atmosferde bulunan karbondioksit miktarı da artış göstermektedir.

İklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çevre sorunlarının farkına varan birçok ülke, enerji ihtiyaçlarını petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynaklardan karşılamak yerine güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaya yönelmişlerdir. Güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmemesi ve çevre dostu olmaları, ülkelerin bu kaynakları tercih etme sebeplerindendir. Güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak enerji üretiminin, atmosferde bulanan karbondioksit oranını düşürdüğü artık tüm ülkeler tarafından bilenen bir gerçektir. Bu nedenle hem Dünya'da hem de Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretiminin payı artmaktadır. Mevcut duruma bakıldığında, önümüzdeki yıllarda enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının daha da artacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Türkiye özelinde bakacak olursak; Türkiye hem jeopolitik konumunun hem de ikliminin elverişli olması sayesinde, fosil kaynaklar yerine güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanacaktır. Bu bakımdan ülkeler; kömür petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynakların kullanımını azaltıp, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanacaklardır (Özcan, 2020).

Ülkelerin akıllı şebeke sistemlerine yönelmesindeki en önemli faktörlerden biri de CO2 açığa çıkmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaktır. Güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak, atmosfere salınan CO2 emisyon miktarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Akıllı şebeke sistemlerine yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesi hem akıllı şebeke sistemlerinin hem de yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre dostu olması sebebiyle, ilerleyen yıllarda daha fazla kullanılacaktır. Bundan dolayı atmosfere salınan CO2 emisyon miktarı da azaltılmış olacaktır. 2030 yılına gelindiğinde, Dünya enerji ihtiyacının yaklaşık %90 artacağı tahmin edilmektedir. Ülkelerin önem vermesi gereken konulardan biri de atmosfere salınan CO2 emisyon miktarının azaltılarak bu talebi karşılamak olmalıdır (Demirkol, 2019).

Malta'da kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı; 1990 yılında 6.5 ton, 1993 yılında zirve yaparak 7.6 ton 2000 yılında 5.5 ton, 2010 yılında 6.2 ton ve 2020 yılında 3 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı bazı yıllarda düşüş yaşamış olsa da genel olarak artış göstermektedir. Malta'da kişi başına düşen CO2 emisyon miktarında, yapılan akıllı şebeke yatırımlarının da etkisiyle 2020 yılında 1990 yılına göre %50'den daha fazla düşüş yaşanmıştır.

Almanya'da kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı; 1990 yılında 11.8 ton, 2000 yılında 10 ton, 2010 yılında 9.5 ton ve 2020 yılında 7 ton olarak gerçekleşmiştir. Almanya'da kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasının da etkisiyle düşüş eğilimine devam etmektedir.

Türkiye'de kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı; 1990 yılında 2.3 ton, 2000 yılında 3.1 ton, 2010 yılında 3.7 ton, 2017 yılında zirve yaparak 4.7 ton ve 2020 yılında 4.4 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı bazı yıllarda düşüş yaşamış olsa da genel olarak artış göstermektedir.

Sera gazı emisyon salınımında lider olan Çin'de, kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı; 1990 yılında 1.8 ton, 2000 yılında 2.5 ton, 2010 yılında 5.9 ton ve 2018 yılında 7 ton olarak gerçekleşmiştir. Çin'de artan kömür kullanımının da etkisiyle kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı artarak devam ediyor diyebiliriz (İEA, 2021).

Çin'in karbon emisyonlarını azaltma taahhüdüne göre, ülke 2050'de karbon nötrlüğü elde etmek için çaba gösterecek. "2050 Dünya ve Çin Enerji Görünümü" raporu, Çin'in enerji yapısının temiz ve düşük karbona doğru gelişmeye devam edeceğine işaret ediyor. Temiz enerji 2030'dan sonra kademeli olarak kömürün yerini alacak ve 2030 ve 2050'de kömür oranı sırasıyla %47,1 ve %32,4'e düşecek. Belirlenen üç senaryo: ihtiyatlı tahmin, normal tahmin ve iyimser tahmin. İlk senaryolarda, ham kömürlü elektrik üretimi mevcut bazda %30 oranında azaltılacak; ikinci ve üçüncüde, kömürle çalışan güç, aşağıda gösterildiği gibi %50 ve %70 oranında azaltılacaktır.

Çizelge 1. Çin'in Akıllı Şebeke ile Karbon Emisyonu Azaltma Potansiyeli

Senaryolar	Kömürle Çalışan Gücün Azaltılması (%)	CO2 Emisyonlarının Azaltılması (Mt)	Karbon Emisyonlarının Değişim Oranı (%)
İhtiyatlı Tahmin	30	543,25	11,79
Normal Tahmin	50	905,41	19,65
İyimser Tahmin	70	1267,58	27,51

Akıllı şebeke kullanımının artırılması, daha iyi bir emisyon azaltma etkisinin elde edilmesine yardımcı olabilir. Akıllı şebeke uygulanarak, 2017 yılındaki 4608,28 Mt karbon emisyonuna kıyasla karbon emisyonunun %12 olan 543,25 Mt azaltılacağı tahmin edilmektedir. Normal ve iyimser koşullar altında, karbon emisyonları 905,41 Mt ve 1267,58 Mt, 2017 imalat sanayinde %19,65 ve %27,51'e denk geliyor. Bu nedenle akıllı şebeke kullanımı, karbon emisyonlarının azaltılması için büyük bir potansiyele sahiptir diyebiliriz.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan tüm işler için bir miktar enerji kullanılmaktadır. İnsanlık tarihinin ilk zamanlarında enerji, avcılık ve toplayıcılık gibi temel ihtiyaçları gidermek amacıyla kullanılıyordu. Zamanla değişen çevre koşullarından dolayı enerjiye olan ihtiyaç da artmıştır. Artan nüfusla beraber enerji ihtiyacını farklı kaynaklardan sağlamanın yolları aranmıştır. Önceleri insan ve hayvan gücüyle yapılan çoğu iş, Sanayi Devrimi'yle beraber yerini makinelere bırakmıştır. İnsanlar artık enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kömür ve petrol gibi kaynaklardan yararlanmaya başlamışlardır. Makineleşmenin gittikçe artması insan hayatını kolaylaştırmıştır ve enerji

tüketimi çok hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Elektriğin keşfi insanlık tarihinde bir dönüm noktası olmuştur. Elektrik sayesinde teknoloji çok hızlı bir şekilde gelişmeye başlamıştır. Elektrik şebekelerinin kurulmasıyla beraber elektrik sanayide kullanılmaya başlamıştır. Zamanla elektrik artık evlerde de kullanılmaya başlayınca elektrik artık hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur.

Günümüzde hayatımızı kolaylaştırmak için kullanılan teknolojik cihazların çoğu elektrik enerjisi kullanmaktadır. Artan dijitalleşmeyle beraber çoğu işlem artık bilgisayarlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Her geçen gün artan nüfus ve teknolojik gelişmelerle paralel olarak elektrik kullanım oranı da artacaktır. Günümüz mevcut elektrik iletim ve dağıtım şebekeleri, artan elektrik kullanımından dolayı sürekli genişletilmektedir. Dijitalleşmenin her alanda kullanılması elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde de kullanılmaya başlanacaktır. Dünya'da ve Türkiye'de elektrik üretiminde kömür ve petrol gibi fosil kaynakların oranı oldukça yüksektir. Fosil kaynakların yakılması sonucu ortaya çıkan gazlar hem insan yaşamına hem de doğaya ciddi zararlar vermektedir. Bu nedenle elektrik ihtiyacımız rüzgâr ve güneş gibi daha çevreci kaynaklardan karşılanmalıdır.

Akıllı şebeke; hem dijitalleşmenin elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde kullanılmasına olanak sağlayacak hem de rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegrasyonunu sağlayıp daha kontrol edilebilir ve çevreci bir şebeke sistemi oluşmasına yardımcı olacaktır. Oluşturulan çift yönlü veri aktarımı sayesinde tüketicilerin aynı zamanda üretici olmasına da fırsat verecektir. Tüketiciler anlık olarak tüketim miktarlarına ulaşabilmesi sağlanarak daha şeffaf bir piyasa yapısı oluşturulacaktır. Elektrik iletim ve dağıtım şebekelerinde yaşanan kayıp-kaçak oranları mümkün olan en az seviyeye indirilecektir. Belki de zamanla yapılan çalışmalar sonucunda kayıp-kaçak oranı sıfıra indirilecektir. Sistemde oluşan arızalar otomatik olarak yetkili birimlere ulaştırılacak ve gerekli müdahaleler en kısa sürede yapılabilecektir.
Dünya'da başta Avrupa Ülkeleri (İtalya, Malta, İngiltere, Almanya, Fransa ve İspanya) olmak üzere; Amerika, Hindistan, Brezilya, Güney Kore, Japonya, Çin, Avustralya ve Rusya akıllı şebeke sistemlerini ülkelerinde kullanmaya kısmi olarak başlamışlardır. Kimi ülkeler pilot şehirler seçip, kimi ülkeler ise pilot çalışmaları tamamlayıp akıllı şebeke sistemlerini yaygınlaştırmaya başlamıştır. Türkiye de akıllı şebeke uygulamalarını yakından inceleyip konuyla ilgili yol haritasını oluşturmuştur.

Türkiye'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 20.02.2012 tarihinde yayınlanan 2012-2023 Enerji Verimliliği Strateji Belgesi'nde akıllı şebeke altyapı çalışmalarına başlanması öngörülmüştür ve akıllı şebeke uygulamalarının kademeli olarak yaygınlaştırılması çalışmalarına başlanacağı belirtilmiştir. Ayrıca bu kapsamda elektrik enerjisi ve doğal gazda yıllık talebin belirlemesi ve elektrik enerjisinin depolanması gibi çalışmalar yapılması da belirtilmiştir. Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme projesi ile tüketicilerin elektrik piyasasına aktif katılımını sağlamak, toplam elektrik üretimi içerisinde yenilenebilir enerjinin payını arttırmak, elektrik şebeke sisteminin verimliliğini ve elektrik güç kalitesini optimize edecek maliyet etkin bir akıllı şebeke sistemine geçişte ihtiyaç duyulan metodolojiyi sağlamak ve akıllı şebeke sistemlerine geçiş için gereken yol haritasının

hazırlanması amaçlanmıştır. Son olarak 2035 Vizyon ve Stratejisi ile akıllı şebeke sistemlerinden en iyi şekilde yararlanmanın yolları belirtilmiştir. Türkiye akıllı şebeke sistemleri için belirdiği hedefler doğrultusunda bu alanda dünyanın en iyilerinden biri olacaktır. Projelerin tamamlanmasıyla beraber daha çevreci ve kontrol edilebilir elektrik iletim ve dağıtım şebeke sistemlerine kavuşmuş olacağız. Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artıran ve mevcut elektrik şebekelerini dijitalleştirip akıllı şebekelere geçiş yapan ülkeler, hem yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon salınımının olmaması hem de akıllı şebeke sistemleri sayesinde elektrik üretim ve tüketiminin daha kontrol edilebilir olması dolayısıyla mevcut durumlarına göre daha çevreci bir şekilde elektrik üretimi yapmış olacaklardır.

KAYNAKÇA

AKBAL, G. F. (2021). *Yenilenebilir Enerji Politikaları: Türkiye ve Çin Karşılaştırması* (Doctoral thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Akcanca, M. A., & Taşkın, S. (2011). Akıllı şebeke uygulanabilirliği açısından türkiye elektrik enerji sisteminin incelenmesi. Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu, 2011, 26-27.

Akusta, E. (2019). Yenilenebilir enerji, büyüme ve çevre ilişkisi: Türkiye örneği (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Atıcı, T. (2021). Enerji Depolama Tesisi İçeren Akıllı Şebeke Sisteminde Puant Yük Dengelemesi İçin Durum İzleme ve Kontrol Algoritması Geliştirilmesi.

Aydin, Ö. (2020). Hibrit yenilenebilir enerji sistemleri ile entegre akıllı şebekenin modellenmesi ve simülasyonu (Master's thesis, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

Bashirov, G. (2016). Renewable energy consumption, carbon emissions and oil prices: a panel data analysis for G7 and BRICT countries (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Çevikalp, S. (2019). Yeşil Ekonomi çerçevesinde Türkiye'Nin Yenilenebilir Enerji politikaları (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Çoksürer, Y. (2013). Akıllı Şebekeler ve Orta gerilim Uygulamaları (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gazi üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Dal, E. (2017). TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMININ TEKNOLOJİK, POLİTİK VE ÇEVRESEL KISITLAMALAR İLE ANALİZİ.

Değirmenci, S. (2016). Environmental impact and capacity analysis of renewable energy resources: case study of wind energy in turkey (Master's thesis, Izmir Institute of Technology).

Demirkol, Ö. F. Akıllı şebeke teknolojilerinin incelenmesi ve Türkiye açısından durum analizi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Durmuşoğlu, B. (2018). Renewable energy and carbon emission reduction: Analysis of Turkey and top emitting regions (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ekşi, E. Akıllı şebekelerin mikro güneş santralleri ile entegrasyonu (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Erol, E. (2007). Türkiye'de Elektrik Enerjisinin Tarihi Gelişimi: 1902-2000. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Gedik, Ö. T. (2015). Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklari ve çevresel etkileri (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul).

Gönül, B. R. (2012). Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve Karbondioksit Emisyonu. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

Hashmi, M., Lehtonen, M., & Seppo, H. (2013). Effect of climate change on transformers loading conditions in the future smart grid environment. Open Journal of Applied Sciences, 3(02), 24.

Honça, H. L. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri: Türkiye Örneği (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya).

Kabalci, Y., Kabalci, E., Padmanaban, S., Holm-Nielsen, J. B., & Blaabjerg, F. (2019). Internet of things applications as energy internet in smart grids and smart environments. Electronics, 8(9), 972.

Kırmızıoğlu, E. (2015). Akıllı şebeke stratejileri ve örnek projeler. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı.

Koç, E., Üniversitesi, M., & Gör, A. (n.d.). MAKALE The State of Energy in World and Turkey-General Evaluation Mahmut Can Şenel * DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ENERJİ DURUMU-GENEL DEĞERLENDİRME.

Koç, K. (2021). Finansal gelişme–karbon emisyonu ilişkisine yönelik ampirik bir uygulama (Master's thesis, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Fu, H., Shi, Y., & Zeng, Y. (2021). Estimating Smart Grid's Carbon Emission Reduction Potential in China's Manufacturing Industry Based on Decomposition Analysis. Frontiers in Energy Research, 202.

Küçükkaya, E. (2017). *Enerji Portalı*. Enerji Portalı: https://www.enerjiportali.com/sera-gazi-nedir/ adresinden alındı

Nassef, L., & Al-Hebshi, R. (2020). Fuzzy based Reliable Cooperative Spectrum Sensing for Smart Grid Environment. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(8).

Nur Asyik, H., Blagojce, S., & Akhtar, K. (2011). Analysis of distributed generation systems, smart grid technologies and future motivators influencing change in the electricity sector. Smart Grid and Renewable Energy, 2011.

ÖZCAN, S. (2020). Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Rolü: Çevresel Kuznets Eğrisi Bağlamında Ampirik Bir Analiz.

Sağır, İ. H. (2021). Türkiye'de Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University (Turkey)).

Saydam, A. (2019). Integration of Variable Renewable Energy to the National Power Grid (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Sektörlere göre dünya elektrik nihai tüketimi, 1974-2017 - Grafikler - Veri ve İstatistik - IEA. (n.d.). Retrieved June 25, 2020, from https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-electricity-final-consumption-by-sector-1974-2017

Subaşi, S. (2019). CO2 emisyonları, doğal gaz, yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiyedeki dinamik değişkenlerin analizi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Şahin, İ. (2021). Investigating Turkey's annual offset volume from renewable energy sector and voluntary carbon projects (Master's thesis, Middle East Technical University).

Turan, M. T. (2020). Akıllı Şebeke Altyapısı İle Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Şebeke Entegrasyonu ve Koruma Sistemi Dizaynı.

Türkiye'de elektrik enerjisinin tarihi gelişimi: 1902?2000 - Sayfa 98 - Ulusal Tez ve Araştırma Merkezi - Akademik Tezler ve Araştırmalar. (n.d.). Retrieved June 25, 2020, from https://www.ulusaltezmerkezi.net/turkiyede-elektrik-enerjisinin-tarihi-gelisimi-19022000/98/

Usta, O., & Yumak, K. (2013). Akıllı Elektrik Şebekeleri ve Veri İletişimi-Smart Grid and Data Communication. TMMOB EMO Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu.

Yiğit, E. (2020). BRICT ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonları, kentleşme ve petrol fiyatları üzerine VAR analizi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

FENTANYL FROM FORENSIC TOXICOLOGY PERSPECTIVE

Dr.,FATMA CAVUS YONAR[1*], Dr.,BERİL ANILANMERT[2]

[1] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü,

– 0000-0001-5941-8434

[2] İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü,

– 0000-0002-5886-2530

ABSTRACT

Fentanyl is a low molecular weight slow-release opioid analgesic, often preferred in the treatment of chronic pain. It has high oil solubility, and has a 100 times stronger effect than morphine. Fentanyl poisoning and sudden death due to overdose can be seen when used for therapeutic purposes. Environmental/occupational exposure, abuse or addiction cases can also be seen depending on the personal sensitivity of the employees in operating rooms, intensive care units and pain clinics. In the use of fentanyl tapes used in the treatment of chronic pain, acute poisoning occurs with an overdose of 72 hours, and these tapes are also used for suicide purposes. This substance and its analogues, whose illegal abuse is common in addition to its medical use, are important for forensic sciences. It is used purely by taking for its narcotic effect in illegal fentanyl consumption or as an additive to increase the sedative effect of narcotics like heroin. Although it is a red-prescription opioid, controlled by the government, its use is very common among street drug users.

It has become necessary to carry out studies for the detection of this substance, whose illegal use and abuse is increasing day by day in our country, in biological samples with fast, reliable and inexpensive methods. In our study, a rapid, low-limit, reliable, inexpensive and high recovery method of fentanyl in urine was developed using LC-MS/MS. In our study, the detected retention time was 1.73 (±0.02) minutes, and the observed ion was 188.0 ions out of 337.0. The recovery of the extraction method is 95.5 (±2.6). The LOD and LOQ values are 0.22 ng/mL and 0.40 ng/mL, respectively, the r^2 value is 0.9993, the mean RSD% value is 5.31, and the method is linear over a wide range up to 500.0 ng/mL. Inter-day and inter-analyst precision values (RSD%≤14.30) and critical values (<6.599) obtained from the one-way F table at 95% confidence level are within acceptable ranges. It is predicted that the developed method will contribute to the follow-up of people receiving fentanyl treatment and to clarify forensic cases related to its use or abuse.

Keywords: Fentanyl, Abuse, LC-MS/MS, Urine, Validation

1. Introduction

According to the International Association for the Study of Pain (IASP), pain, which was seen as a symptom of many diseases until recently, is now considered a syndrome (International Association for the Study of Pain, 2022; Wheeler et al., 2010). Pain treatment is performed with surgical procedures, radiotherapy, chemotherapy, hormonal therapy, nonsteroidal and anti-inflammatory drugs, opioids, physical therapy, psychotherapy, with the help of treatment of causes that increase pain, in the form of applications for the treatment of various pains (Marcus, 2005). According to the step system recommended by the World Health Organization, nonsteroidal and anti-inflammatory drugs (NSAII) should be used in the treatment of mild pain, weak opioid agents in moderate pain where NSAII is insufficient, and strong opioids (morphine, fentanyl, etc.) in severe pain (Melanson et al., 2009). Opioids according to their derivation; they are grouped as natural ones (morphine, codeine etc.), semisynthetic (semisynthetic) ones (heroin, hydromorphone, oxymorphone etc.) and synthetic ones (phenylpiperidine derivatives, fentanyl, sufentanil, alfentanil, remifentanil, methadone etc.) (Pérez-Mañá et al., 2018).

Fentanyl was first synthesized in Belgium in the late 1950s. It is a synthetic phenylpiperidine belonging to the 4-anilopiperidine series (Stanley, 2014). It started to be used in medical studies as an intravenous anesthetic in the 1960s, and took its place in the American Pharmaceutical Market in the 1970s. Its molecular weight is 336.5 g/mol and its distribution coefficient (pKa) is 8.4. (Papich, 2000). It is partially soluble in ether, also well soluble in ethanol, chloroform, methanol, ethylacetate, n-hexane, heptane. Its half-life varies in the range of 3-12 hours, but its bioavailability is 92%. In clinical use, it is administered to the body in many different ways such as oral, intravenous, intramuscular injection, epidural, transmucosal, transdermal, rectal. Fentanyl administrations are in the form of mucosa > skin > intravenous according to bioavailability. Excretion from the body is through the kidneys through the urine. Although 1 ng/mL of plasma concentration may cause respiratory depression according to individual characteristics, 1.5–2.0 ng/mL concentration provides good postoperative analgesia. Its effect starts in 30-60 seconds and lasts for 30-60 minutes. The maximum level of analgesic effect is achieved within 3–6 minutes. Fentanyl has an analgesic effect 100 times stronger than morphine and is largely retained in adipose tissue.

It is slowly released back into the circulation when its concentration in plasma drops below its concentration in oil. Since its non-ionized form is lipophilic, its passage through biological membranes is rapid (Garg et al., 2010). Fentanyl is metabolized in the liver by the CYP3A4 isoenzyme (Gampfer et al., 2020). 85% of fentanyl taken into the body is excreted within the first 72 hours. 7% is excreted unchanged (6% urine, 1% feces), 78% is metabolized in the liver (70% urine, 8% feces).

Abuse and misuse of fentanyl has gained momentum in recent years due to its analgesic and drug effects. Contrary to what is recommended in the treatment of severe pain, patients attach several transdermal fentanyl (TDF) tapes at the same time and take the active substance of fentanyl into the body, and this may result in death (Juebner et al., 2014). Grobosch, T. et al. (2007) found that a 54-year-old man affixed transdermal patches to his genitals with 75 µg fentanyl release per hour, and intoxication caused by overdose resulted in death (Geile et al.,

2019). In addition, cases of poisoning with the rectal use of TDF tapes were detected during literature research. TDF tapes have been developed to prevent accidental poisoning and abuse of the active substance (Arvanitis et al., 2002; Grond et al., 2000). Fentanyl gels are obtained from used TDF tapes in most cases for intravenous abuse. These gels are applied to the body intravenously with the help of a syringe after some pre-processing by drug users. It is used purely by for its narcotic effect in illegal fentanyl consumption or as an additive to increase the sedative effect of narcotics like heroin. Environmental/occupational exposure, abuse or addiction cases can also be seen depending on the personal sensitivity of the employees in operating rooms, intensive care units and pain clinics.

Although fentanyl is mostly used for medical purposes today, its abuse is common. Poisonings caused by overdose of 72 hours in the use of TDF tapes, use of TDF tapes for suicide purposes, environmental and occupational exposure and related addiction, illegal production and consumption, etc., make fentanyl an important substance in forensic sciences, forensic toxicology and clinical aspects. Based on these known facts, a selective, sensitive and robust method has been developed for the determination of fentanyl in urine, using the LC-MS/MS system, with the thought that it will contribute to the enlightenment of fentanyl addiction, which is a part of forensic cases worldwide, and the cases that can lead to sudden death due to it.

2. Materıal and Methods

2.1.Reagents and Chemicals

Acetonitrile (HPLC Grade) and formic acid (99–100%) was used in mobil phase (Merck, Germany). Ethyl acetate, *n*-hexane (extrapure), potassium carbonate (99.995%) were used in extraction from Sigma-Aldrich (United Kingdom). Fentanyl was provided by Janssen-Clag (Bulgaria). Papaverine hydrochloride was provided from Sopharma (Bulgaria). All standard solutions were prepared using methanol (HPLC Grade).

2.2.Instrumentation and Extraction

A Zivak Tandem Gold (Zivak, Turkey) LC–MS/MS with an HPLC module connected to a triple quadrupole MS detector with electrospray ionization (ESI) interface was used. The samples were injected through a thermostated autosampler (±4 ºC). Chromatographic elution was performed at 60°C using Poroshell 120 2.7 µm C18, 100 × 3.0 mm analytical column (Agilent, U.S.A.) connected to a Security Guard cartridge of 4.0 mm × 2.0 mm (Phenomenex, U.S.A.). Methanol was used in the preparation of stock and calibration solutions. MRM channels for fentanyl and papaverine as internal standard (I.S.) were determined through capillary voltage and collision energy optimizations (Table 1). 0.1% formic acid (pH:2.6): acetonitrile (50:50, v/v) solution was used for optimization of MS parameters. Optimized MS parameters were +5500 V for ESI (corona) needle and +600 V for ESI shield voltage. The gas pressures were optimized as 55 and 30 psi for nebulizer and drying gas pressure, 400 °C for drying gas temperature. SIM width was 1.5 amu. API housing temperature and pressure of argon (CID) gas was kept at 65°C and 2.40 mTorr, respectively. The MRM parameters of each analyte were

optimized (Table 1). An isocratic 50:50, (A: B, v/v) mobile phase system was tried and a satisfactory chromatographic separation was obtained at a flow rate of 0.3 mL/min, along with a very short elution time (5.0 minutes), in obtaining sensitive peaks and performing an accurate analysıs. Injection volumes were 10.0 µL. Data evaluation and calculations were done using MS Excel. A matrix-matched calibration technique was used for the elimination of matrix effects. Least squares method was used to create the calibration curve in Excel.

Table 1. MRM table of the instrument.

Analyte	**Q1**	**Q3**	**Capillary Voltage (V)**	**Collision Energy (V)**	**Dwell Time (sec)**
Fentanyl	337.0	188.0	+90.0	20.0	0.15
Papaverine	340.1	202.0*	+92.0	22.5	0.15
(IS)	340.1	324.0	+92.0	26.0	0.15

* Ion used when determining IS.

The liquid-liquid extraction method, which was taken from a study by Coopman, V. et al., was used by modifying the extraction of the active substance studied (Coopman et al., 2007).

2.3.Validation

In order to determine the specificity and selectivity of the method, samples with n≥6 blank and n≥6 analyte additions were studied. At the retention time of the peak of the active substance, it was checked whether there was any interference from the solvent and the matrix. In addition, in order to observe the fentanyl and internal standard signals, characteristic MRM ion channels specific to each of them were created and injected one by one to monitor whether their peaks interfere with each other's ion channels. Calibration curves for the specified method were obtained by plotting the mean of the peak areas versus the concentrations.

The calibration curve for fentanyl was constructed using the chromatograms of 6 calibration solutions between 0.1-1250.0 ng/mL concentration range, regarding at least 6 analysis results to find the linearity and the linear range. The data obtained in the linearity study were used to calculate the LOD and LOQ values. LOQ values were determined according to Eurachem, which is the most strict method in calculating LOQ and based on the 15.0% RSD limit. (Magnusson et al., 2014). The percent RSD values corresponding to the calculated concentrations in the samples added before extraction were plotted. The concentration corresponding to the 15.0% RSD value was accepted as the LOQ value.

LOD was calculated using the formula based on the standard deviations of the slope of the calibration curve and the area ratios (Weinmann et al., 2000).

LOD = 3.3s /slope of the calibration curve

(s: standard deviation of the area/IS ratios)

Recovery studies were performed at 5 different concentrations (0.4, 100.0 and 500.0 ng/mL) including low, medium and high concentrations of the linear range for urine samples, with at least 6 replicates each. Average recovery rates were calculated from the formula: RE%=pre-extraction spike/post-extraction spike*100%.. Precision values were calculated using Microsoft Office Excel.

3.Results

In our study, we studied according to the internal standard method. Measurements of chromatographic and spectrometric analyzes were performed based on the peak areas obtained by manual integration.

The retention time found for fentanyl was 1.73 (±0.00) minutes, respectively. In the analysis, 337.0 m/z and 188.0 m/z were selected as precursor and secondary ion were selected (Figure 1). The retention time for papaverine, which is the internal standard, was eluted at 1.74 (±0.00) minutes and its precursor and secondary ions were determined as 340.1 m/z and 202.0 m/z. Although the extraction method was modified from Coopman's study, different from that study the urine was used undiluted, mixing time, sample volume and ambient temperature were optimized, papaverine was chosen as the internal standard, and a method for quantitative purposes was validated by calculating LOQ values, unlike the other study which was for screening purposes in validation.

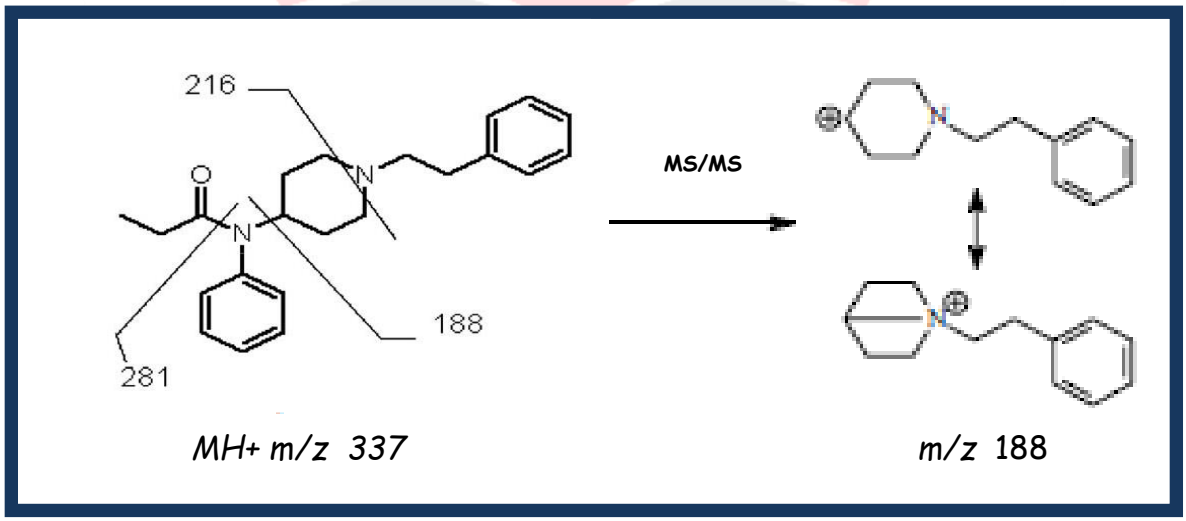


Figure 1. Fragmentation of Fentanyl Molecule (Koch et al., 2004; Peer et al., 2007).

In the validation of the optimized method, the selectivity of the method was provided by the determination of the analytes in their characteristic ion channels. Comparing the

chromatograms of the analytes extracted from the urine with the methanol, and blank urine chromatograms, it was observed that there was no interference in the retention times of the analytes from the solvent and the extracted blank urine, and the specificity of the method was confirmed (Figure 2).

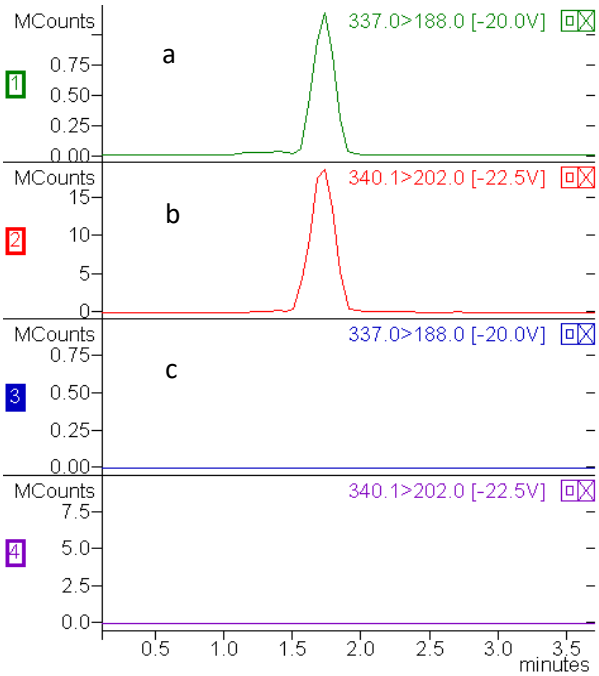


Figure 2. MRM (multiply reaction monitoring) chromatograms of fentanyl and I.S., extracted after being added to the blind urine matrix; (a) fentanyl at 5.0 ng/mL concentration (b) papaverine at 5 ng/mL concentration (IS) and (c) blind urine sample.

In method validation, selectivity, linearity, limit of observation (LOD), limit of determination (LOQ), and accuracy parameters were determined. The calibration curve of the instrumental method of standard fentanyl solutions was y = 0.0043x + 0.0147, the linear range was 2.5-1250.0, the regression cutoff value is r^2>0.99 (n≥6 and RSD%<15%). Calibration of the whole method, including sample preparation (extraction) and instrumental method, was performed with matrix matched calibration technique for the analyte at 3 different concentrations. Linear range 0.4-500.0 ng/mL, calibration equation y = 0.0054x, regression cutoff r^2>0.99 (n≥6 and RSD%<15). The standard deviation of the lowest concentration of the linear range was used for LOD calculations. In order to find the LOQ value according to the method recommended by Eurachem, which is the most strict LOQ calculation method in the literature, the data of the %RSD values found against the active ingredient concentrations were used and the concentration corresponding to the 15.00% RSD value was taken as the LOQ value. The LOQ values were found to be 1.30 and 0.40 ng/mL from the calibration curves constructed with standard solutions and matrix, respectively. LOD values were found to be 0.55 and 0.22 ng/mL for fentanyl from the calibration curves constructed with standard solutions and matrix, respectively. These values obtained are suitable values for both tablet analysis, drug monitoring and toxicological analysis.

The recovery of the extraction method at 0.4, 100.0 and 500.0 ng/mL concentrations is 95.50 (±2.61). The mean RSD is 5.31% and the method is linear over a wide range up to 500.00 ng/mL. Recoveries were found to be within acceptable limits.

In order to measure intraday and interday reproducibility, 0.4, 100.0, 500.0 ng/mL fentanyl concentrations were added to the matrix and studied every other day for 4 days. The mean, standard deviation and relative standard deviation of the obtained results were calculated. It was determined that the obtained relative standard deviations did not exceed 15% and were within acceptable limits. According to the data of the ANOVA analysis (one-way F table at 95% confidence level, critical values obtained at the specified degrees of freedom) performed to compare the averages of analyzes performed on different days in urine samples with IPC at concentrations of 0.4, 100.0 and 200.0 ng/mL, $F_{EXPERIMENT}$ values were $F_{CRITICAL}$ values (Table 2).

Table 2. Intra-day and inter-day precision results of the method in urine.

Concentration	Intra-day precision		Inter-day precision	
	$S_{intra\text{-}day}$	$\%RSD_{intra\text{-}day}$	$S_{R\ inter\text{-}day}$	$\%RSD_{R\ inter\text{-}day}$[a] (ara kesinlik)
0.4	**0.00026**	**12.24**	**0.00016**	**14.30**
100.0	**0.036**	**8.46**	**0.009**	**8.72**
500.0	**0.18**	**8.09**	**0.08**	**8.77**

N_{day}=4, for each day n≥3; [a]intermediate precision

In studies carried out by the same analyst and by 3 different analysts, 0.4, 100.0, 500.0 ng/mL fentanyl concentrations were added to the matrix for reproducibility measurement. The mean, standard deviation and relative standard deviation of the obtained results were calculated. It was determined that the obtained values did not exceed 15% and were within acceptable limits (Table 3 and Table 4).

Table 3. Inter-analyst reproducibility results for the method in urine

Concentration	Repeatability		Inter-analyst reproducibility	
	$S_{intra\text{-}day}$	$\%RSD_{intra\text{-}day}$	$S_{R\ inter\text{-}day}$	$\%RSD_{R\ inter\text{-}day}$[a]
0.40	0.00021	9.50	0.00014	11.42
100.00	0.019	4.06	0.013	4.95
500.00	0.09	4.28	0.04	4.59

$n_{analyst}$=3, n≥3 per analyst n≥3;; [a]ara repeatability

Table 4. Data on ANOVA analysis performed to compare the averages of analysis results by different analysts on urine samples at concentrations of 0.40, 100.00 and 200.00 ng/mL

The source of the variance	Concentration (ng/mL)	$F_{EXPERIMENTAL}$ MSB/MSE	$F_{CRITICAL,\%90}$[a]
Between Groups	0.4 100.0 500.0	2.78	<5.72
Within Group	0.4 100.0 500.0	2.94	<5.72

a Critical values obtained at the specified degrees of freedom from the one-sided F table at 95% confidence.

Inter-day and inter-analyst precision values (RSD%≤14.3%) and critical values (<6.60) obtained from the one-way F table at 95% confidence level are within acceptable ranges. It is suggested that the developed method will contribute to the follow-up of people receiving fentanyl treatment and to clarify forensic cases related to its use or abuse.

4.Discussion and Conclusion

When we look at the data on fentanyl abuse, we see that doctors are misled by patients and their relatives in the procurement of this substance, fake prescriptions are used, pharmacies are robbed, and it is bought from people who use this drug or from drug dealers (Kuczyńska et al., 2018; Kuhlman et al., 2003). In the abuse of fentanyl by healthcare professionals, there are prejudices such as the fact that this drug can be found easily in the hospital, that addiction to transdermal fentanyl will not develop, and that it can be easily abandoned even if used for a long time. Contrary to other illegally used substances, knowing the content exactly and the thought that "it will not do any harm since it is legal" encourages people to abuse such substances. In addition, internet pharmacies, which do not have any license and supervision, illegally sell prescriptions and preparations containing fentanyl which is under international control. Transdermal fentanyl absorption varies according to the temperature of the surface to which it is adhered (Kaye et al., 2019; Sindali et al., 2012). If the adhesive side of the tape interacts with the oils in the skin, the diffusion properties of the system may change. Deaths due to high-dose fentanyl absorption in patients who were placed on a heated blanket are noteworthy. In 2002, 119 people who were exposed to this gas died as a result of the use of fentanyl in the form of gas in the operation against the Moscow Theater raid, in which Russia's Chechen death squad took 800 hostage

(Kramer, 2005). According to a study from the University of Pennsylvania, in the year 2000, the US military used fentanyl in gas form to calm angry mobs.

As a result of the increasing prevalence of fentanyl and its analogues, forensic and clinical toxicology laboratories around the world are continually being asked to update analytical procedures for the identification and quantification of these new drugs from various biological matrices (Martinez et al., 2021). Urine toxicological tests should be performed from time to time, especially for patients who are at risk of misuse of fentanyl, even their relatives and hospital staff who are exposed to fentanyl. In addition to optimizing our study as a sensitive method to respond to urgent toxicology needs and to be used as a routine analysis; it is predicted that it may also be used in studies on the determination of polymorphisms in the gene regions that encode CYP3A4 enzymes that are effective in fentanyl metabolism, in order to provide effective treatment with fentanyl in individual therapy (Bianchi, 2006; Moore et al., 2008).

References

Arvanitis, M. L., & Satonik, R. C. (2002). Transdermal fentanyl abuse and misuse. *The American Journal of Emergency Medicine*, *20*(1), 58–59. doi: 10.1053/ajem.2002.29562

Bianchi, R. P. (2006). Comparison of fentanyl extraction from two different transdermal patches. *Journal of Forensic Sciences*, *51*(4), 939. doi: 10.1111/j.1556-4029.2006.00190.x

Coopman, V., Cordonnier, J., Pien, K., & Van Varenbergh, D. (2007). LC–MS/MS analysis of fentanyl and norfentanyl in a fatality due to application of multiple Durogesic® transdermal therapeutic systems. *Forensic Science International*, *169*(2–3), 223–227. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.03.018

Gampfer, T. M., Wagmann, L., Park, Y. M., Cannaert, A., Herrmann, J., Fischmann, S., Westphal, F., Müller, R., Stove, C. P., & Meyer, M. R. (2020). Toxicokinetics and toxicodynamics of the fentanyl homologs cyclopropanoyl-1-benzyl-4´-fluoro-4-anilinopiperidine and furanoyl-1-benzyl-4-anilinopiperidine. *Archives of Toxicology*, *94*(6), 2009–2025. doi: 10.1007/s00204-020-02726-1

Garg, A., Solas, D. W., Takahashi, L. H., & Cassella, J. V. (2010). Forced degradation of fentanyl: Identification and analysis of impurities and degradants. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *53*(3), 325–334. doi: 10.1016/j.jpba.2010.04.004

Geile, J., Maas, A., Kraemer, M., Doberentz, E., & Madea, B. (2019). Fatal misuse of transdermal fentanyl patches. *Forensic Science International*, *302*, 109858. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.06.016

Grond, S., Radbruch, L., & Lehmann, K. A. (2000). Clinical Pharmacokinetics of Transdermal Opioids. *Clinical Pharmacokinetics*, *38*(1), 59–89. doi: 10.2165/00003088-200038010-00004

International Association for the Study of Pain. (2022). *Working together for pain relief throughout the world*. Retrieved from https://www.iasp-pain.org/

Juebner, M., Fietzke, M., Beike, J., Rothschild, M. A., & Bender, K. (2014). Assisted suicide by fentanyl intoxication due to excessive transdermal application. *International Journal of Legal Medicine*, *128*(6), 949–956. doi: 10.1007/s00414-014-0982-4

Kaye, A. D., Menard, B. L., Ehrhardt, K. P., Gennuso, S. A., Okereke, E. C., Tirumala, S. R., Fox, C. J., & Cornett, E. M. (2019). Consensus Perioperative Management Best Practices for Patients on Transdermal Fentanyl Patches Undergoing Surgery. *Current Pain and Headache Reports*, *23*(7), 50. doi: 10.1007/s11916-019-0780-2

Koch, D. E., Isaza, R., Carpenter, J. W., & Hunter, R. P. (2004). Simultaneous extraction and quantitation of fentanyl and norfentanyl from primate plasma with LC/MS detection. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *34*(3), 577–584. doi: 10.1016/S0731-7085(03)00652-6

Kramer, M. (2005). Guerrilla Warfare, Counterinsurgency and Terrorism in the North Caucasus: The Military Dimension of the Russian–Chechen Conflict. *Europe-Asia Studies*, *57*(2), 209–290. doi: 10.1080/09668130500051833

Kuczyńska, K., Grzonkowski, P., Kacprzak, Ł., & Zawilska, J. B. (2018). Abuse of fentanyl: An emerging problem to face. *Forensic Science International*, *289*, 207–214. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.05.042

Kuhlman, J. J., McCaulley, R., Valouch, T. J., & Behonick, G. S. (2003). Fentanyl Use, Misuse, and Abuse: A Summary of 23 Postmortem Cases. *Journal of Analytical Toxicology*, *27*(7), 499–504. doi: 10.1093/jat/27.7.499

Magnusson, B., & Örnemark, U. (eds. . (2014). *Eurachem Guide: The Fitness forPurpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*.

Marcus, D. A. (eds). (2005). Headache. In Chronic Pain (pp. 33–54). Totowa, NJ: Humana Press. doi: 10.1385/1-59259-882-X:033

Martinez, S., Jones, J. D., Brandt, L., Campbell, A. N. C., Abbott, R., & Comer, S. D. (2021). The Increasing Prevalence of Fentanyl: A Urinalysis-Based Study Among Individuals With Opioid Use Disorder in New York City. *The American Journal on Addictions*, *30*(1), 65–71. doi: 10.1111/ajad.13092

Melanson, S. E. F., Kredlow, M. I., & Jarolim, P. (2009). Analysis and interpretation of drug testing results from patients on chronic pain therapy: a clinical laboratory perspective. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, *47*(8). doi: 10.1515/CCLM.2009.220

Moore, C., Marinetti, L., Coulter, C., & Crompton, K. (2008). Analysis of pain management drugs, specifically fentanyl, in hair: Application to forensic specimens. *Forensic Science International*, *176*(1), 47–50. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.06.027

Papich, M. G. (2000). Pharmacologic Considerations for Opiate Analgesic and Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, *30*(4), 815–837. doi: 10.1016/S0195-5616(08)70009-3

Peer, C. J., Shakleya, D. M., Younis, I. R., Kraner, J. C., & Callery, P. S. (2007). Direct-Injection Mass Spectrometric Method for the Rapid Identification of Fentanyl and Norfentanyl in Postmortem Urine of Six Drug-Overdose Cases. *Journal of Analytical Toxicology*, *31*(8), 515–521. doi: 10.1093/jat/31.8.515

Pérez-Mañá, C., Papaseit, E., Fonseca, F., Farré, A., Torrens, M., & Farré, M. (2018). Drug Interactions With New Synthetic Opioids. *Frontiers in Pharmacology*, *9*. doi: 10.3389/fphar.2018.01145

Sindali, K., Sherry, K., Sen, S., & Dheansa, B. (2012). Life-threatening coma and full-thickness sunburn in a patient treated with transdermal fentanyl patches: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, *6*(1), 220. doi: 10.1186/1752-1947-6-220

Stanley, T. H. (2014). The Fentanyl Story. *The Journal of Pain*, *15*(12), 1215–1226. doi: 10.1016/j.jpain.2014.08.010

Weinmann, W., Vogt, S., Goerke, R., Müller, C., & Bromberger, A. (2000). Simultaneous determination of THC-COOH and THC-COOH-glucuronide in urine samples by LC/MS/MS. *Forensic Science International*, *113*(1–3), 381–387. doi: 10.1016/S0379-0738(00)00210-3

Wheeler, E., Hardie, T., Klemm, P., Akanji, I., Schonewolf, E., Scott, J., & Sterling, B. (2010). Level of Pain and Waiting Time in the Emergency Department. *Pain Management Nursing*, *11*(2), 108–114. doi: 10.1016/j.pmn.2009.06.005

CURE OR POISON?

Dr.,BERİL ANILANMERT [1], Dr.,FATMA ÇAVUŞ YONAR[2*]

[1] Istanbul University-Cerrahpasa, Institute of Forensic Sciences & Legal Medicine,

– 0000-0002-588-2530

[2] Istanbul University-Cerrahpasa, Institute of Forensic Sciences & Legal Medicine,

– 0000-0001-5941-8434

ABSTRACT

Plants used in nutrition/medicine aren't always safe. Different plants produce various toxic alkaloids, glycosides, proteins, terpenes and steroids. Synergism/antagonism/chemical reactions may occur between different phytochemicals and beneficial/harmful effects may occur when used in combination. In high doses, plants can be used for murder/suicide. Therapeutic/toxic effects of phytochemicals as an important malpractice subject, will be discussed. Plants having both medicinal and toxic effects was reviewed in literature. Roots and seeds of *Ricinus communis* are lethal, are used for assassination, besides their laxative/antiinfective/antiinflammatory effect. *Abrus precatorius*, used for alopecia and arthralgia treatment, inhibitis protein synthesis as well, contains abrin and lectin (more toxic than ricin). Colchicine in *Colchicum autumnale* is benefited in gout, arthritis and irritable bowel syndrome, while having fatal toxicity. *Veratrum album*, besides its benefits in skin/hair parasites of the animals, is an arrow poison, a heart and respitory depressant. Aconitum species are also used as arrow poisons and has arrhythmic, gastrointestinal side effects, and risk of cardiotoxicity, besides their anti-inflammatory/analgesic effects. *Laurocerasus officinalis*, used as expectorant and sedative in therapy, can cause poisoning due to prunasin and amigdalin. HCN, released through amygdalin hydrolysis, may inactivate some enzymes involved in respiration. Although some plants carry tropane alkaloids used in therapy, *Brugmansia* and *Datura* are used in sexual crimes and theft due to their inactivating properties. Mixing some herbs cause poisoning: Roots of *Hyoscyamus niger* is mistaken for parsnip or chicory. *Digitalis* species are mixed with poisonous comfrey (*Symphytum spp*.). Metabolites of pyrrolizidine alkaloids in comfrey cause DNA damage in liver and cancer. Poisoning with digoxin may be the result of accidental/overdose/intentional use. The fatal "taxin" in *Taxus baccata* is used in cancer. Crime scene investigators and analysts should consider poisoning from medicinal plants in toxicological cases while screening the crime scene, and forensic evidences using analytical techniques.

Keywords: Poisonous/therapeutic plants, forensic pharmacy, toxicological interactions, phytochemicals

Introduction

Plants used in nutrition/medicine aren't always safe. Different plants produce various toxic alkaloids, glycosides, proteins, terpenes and steroids. Synergism/antagonism/chemical reactions may occur between different phytochemicals and beneficial/harmful effects may occur when used in combination. In high doses, plants can be used for murder/suicide.

Plant poisonings generally occur in cases such as taking a medicinal plant above the therapeutic dose, using a similar poisonous plant instead of a medicinal plant, collecting and eating the poisonous plants consumed as food (inadvertently eating hemlock leaves instead of parsley), collecting poisonous species instead of non-poisonous mushrooms, consuming for the purpose of miscarriage or suicide, or consuming the poisonous part of the plant's fruit, root, seed, tuber, shoot, etc. especially by children without knowing that they are poisonous.

The list of poisonous plants such as hemlock, wolfsbane, belladonna (deadly nightshade), foxglove (digitalis), narcissus and laurel, which are used for both medicinal purposes and accidental deaths, is quite long (Coyle, 2004). Plants with toxic and therapeutic effects are still important in forensic sciences in terms of toxicology. Natural drug sources (plants, animals, microorganisms and minerals), semi-synthetic and synthetic drugs, biosynthetic drugs and nutritional supplements are inside the field of forensic pharmacy. Forensic pharmacy, pharmaceutical botany and pharmacognosy deal with plants that may be the subject of an important crime or malpractice, and the active substances obtained from these plants. While botany deals with the structures, families and uses of plants, pharmacognosy deals with the study of the substances contained in plants and their therapeutic or toxic effects. In this section, medicinal plants that are important for forensic sciences, which form a part of forensic botany and forensic pharmacognosy, will be mentioned. Therapeutic/toxic effects of phytochemicals as an important malpractice subject, will be discussed.

Synergism, antagonism or chemical reaction may occur between different biologically active phytochemicals (alkaloids, glycosides, terpenoids), and therefore unknown effects mabe observed. These interactions may be beneficial or harmful to health (Alotaibi et al., 2021). Caution should be exercised with herbs that have a low therapeutic index or contain directly damaging components that may show acute or chronic toxicity. Medicinal plants should also be used under the supervision of professionals or experienced persons who know the dosage, toxic or harmful side effects.

Some of the plants containing alkaloids, glycosides, proteins, terpenes and steroids, lectin-type components, some of which also have therapeutic properties, are still used as traditional folk medicine or medicinal preparations. The use of medicinal plants is increasing day by day all over the world, both as nutritional support, medicine and food. But being natural doesn't always mean they're safe. Some plants and their components can be extremely toxic, so their unconscious consumption should be avoided or they should be used under medical supervision (Salem et al., 2021). Plant poisoning cases may occur accidentally or as a result of a planned criminal behavior (Bock et al., 2016). Failure to adjust the dosage of herbs used to treat serious medical illnesses can cause poisoning and even death, just as in synthetic drugs. An example of accidental poisoning is poisoning by drinking the milk of Indiana cows fed white cohosh

(*Eupatorium rugosum*, family: Asteraceae). Poisonings with plants may vary depending on years, exposure type and plant parts.

In this presentation, important plant species which have therapeutic uses and which grow mostly in Turkey (and some of them abroad), causing mild and severe poisoning when misused, are given. In addition to all these, there are some species that cause almost only animal poisoning and are widespread in our country.

Method

Plants having both medicinal and toxic effects was reviewed in literature.

Selected Examples from Medicinal and Poisonous Plant Species

Apiaceae

- ***Conium maculatum***

Hemlock (*Conium maculatum* (hemlock)) is a member of the parsley family which causes severe poisoning in both humans and animals. It includes poisonous alkaloids called "coniin" methyl coniin and conisein. Since the young leaves of this plant are very similar to the leaves of *Petroselinum crispum* (parsley), poisoning resulting in death is frequently observed in case of accidental ingestion (Bock et al., 2016). Coniin blocks the acetylcholine receptors on nerve endings in skeletal muscle and causes paralysis with this effect similar to the curare effect. The initial nicotinic activation leads to stimulation in the central nervous system (CNS). Symptoms seen in this stage are headache, ataxia, salivation, diaphoresis and tachycardia. In severe poisoning cases, this phase continues as a depressant phase characterized by findings such as bradycardia and ascending motor paralysis. CNS depression results in respiratory paralysis and death. Despite its toxicity, it has long been used medicinally. At a certain concentration, it has a strong analgesic, immunostimulating, hypotensive, antispasmodic, wound-healing effect. According to many herbalists, hemlock is effective even in the 4th stage of cancer, stopping the growth of metastases and even eliminating them.

Fabaceae

- ***Abrus precatorius***

It is a plant that lives in tropical and subtropical areas (Ninan et al., 2019). It contains the powerful toxins: abrin and lectin. Although abrin inhibits protein synthesis, it is more toxic than ricin (Bock et al., 2016). The roots and seeds of this poisonous plant are used in Ayurveda to

treat alopecia and arthralgia after proper detoxification. *Abrus* seeds are non-toxic when taken whole, as they resist digestion by the harder outer shell. Its poison is deadly.

- ***Melilotus officinalis***

Melilotus officinalis produces a non-toxic, sweet-smelling compound called coumarin, which some fungi in silage can metabolize to dicoumarol, a powerful anticoagulant (Bock et al., 2016). Since the blood of cattle that eat this plant cannot clot, death occurs by blood loss. However, a modified anticoagulant from dicumarol, such as warfarin, is used in medicine. Since many populations of rats have become resistant to warfarin, which has also been used as a rat poison for years, chemists have developed a highly lethal anticoagulant called brodifacoum (superwarfarin), which is now used to poison mice as well as other rodents.

Hippocastanaceae

- ***Aesculus hippocastanum***

It's seed extracts and their concentrates contain phytocompounds like flavonoids, polyphenols, triterpenoid saponin glycosides (escin), epicatechin, tannins, kaempferol, esculin, fraxin, carbohydrate, essential fatty acids (linoleic acid), oleic acid and purine bases (adenine and guanine) (Idris et al., 2020). Due to the vital phyto-constituents in the extracts of its seeds contain phytocompounds like flavonoids, polyphenols, triterpenoid saponin glycosides (escin), epicatechin, tannins, kaempferol, esculin, fraxin, carbohydrate, essential fatty acids (linoleic acid), oleic acid and purine bases (adenine) and guanine, it is used in phytotherapy for the prevention and cure of various disorders as in venous congestion in leg ulcers, bruises, arthritis, rheumatism, diarrhoea, phlebitis etc. The seeds contain esculin glycoside which is toxic. Consuming too much seeds can cause deep coma and death especially in children in more advanced cases. Since the shape of the fruit is similar to the Korean chestnut (*Castanea crenata*), there are also cases of poisoning reported as a result of mixing with this fruit and eating it.

Liliaceae

- ***Colchicum sp.***

Although there are alkaloids in every organ of the plant, especially the seeds contain colchicine, a poisonous alkaloid and a benzocycloheptano-tropolone derivative. In addition, demecolsine, colchicine, and other alkaloids have also been detected. When ingested, death may occur after 2-3 hours due to burning in the mouth, vomiting, bloody diarrhea, pain in the bladder and bloody urine, thirst, weakening of the pulse rate, blood circulation disorder, spinal cord paralysis and respiratory system paralysis between 7 hours and 2 days (Brvar et al., 2004; Finkelstein et al., 2010).

Colchicum autumnale toxicity is similar to arsenic poisoning (S. Khajja et al., 2011). These herbs are the source of colchicine, which is now occasionally prescribed for the treatment of irritable bowel syndrome, where gout, arthritis, and constipation predominate (Bock et al., 2016). Colchicine inhibits cell division.

- ***Veratrum album***

The most important compounds effective in the plant are jervin and protoveratrins. *Veratrum* alkaloids act as cardiac and respiratory center depressors (Farzaei et al., 2020). Garbage is a plant known since ancient times as a diarrheal and emetic When it is eaten; symptoms such as burning in the mouth and lips, increased salivation, vomiting, diarrhea, cold sweats, tremors and slowing of the pulse, decrease in body temperature, loss of consciousness, respiratory tract paralysis and death are observed. The solution obtained by boiling the rhizomes with water is used to kill external parasites, especially by applying it to the animal skin (Patocka, 2018). Due to cracks or wounds in the animal skin, these alkaloids pass into the blood and cause poisoning. It is popularly known as "root snuff" and the powdered snuff obtained by scraping from the rhizome is inhaled and is highly irritating.

Liliaceae

- ***Urginea maritima***

Its dried powders have been used for rodent control since the 13th century (Gupta, 2018). The most important of the toxic alkaloids is “scilliroside” (Manganyi et al., 2021). It has a digoxin-like effect. Sage produces signs of poisoning similar to cardiac glycosides: nausea, vomiting, abdominal pain, lethargy, bradycardia, conduction disturbances, ventricular arrhythmias, hyperkalemia etc. The digoxin level should be determined along with the clinical signs. It is used locally in the treatment of joint pain, edema, eyelid swelling, bronchitis, lung inflammation, itching and spots on the skin. Since it is bitter and poisonous when fresh, it is not used without drying, and its tea is not drunk. It is also confused with *Pancratium maritimum* (sand lily) due to its appearance.

Linaceae

- ***Linum usitatissimum***

The whole seed is prescribed as a laxative (Khan Heena et al., 2017)**.** Seeds are used orally in gonorrhoea and strangury; crushed seeds have external use in abscesses, boils, and carbuncle, ulcerated and inflamed surfaces, gout and rheumatic swellings. Experimental studies have demonstrated its analgesic, anti-atherosclerosis, anticancer, antidepressant, antidiabetic, anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, antipyretic, anti-ulcer, laxative, memory enhancer and effect in bone development, hair growth, polycystic ovarian syndrome, cardiovascular diseases, blood pressure, breast cancer, prostate cancer. Further research is needed to illustrate

exact therapeutic potential of this plant to be accepted as a standard drug. Uncontrolled consumption of this plant causes poisoning due to "Linamarin" which exist in the leaves and seeds of the plant (Roulard et al., 2017).

Papaveraceae

- ***Papaver sp.***

Members of this family include L-tyrosine-derived analgesic morphine, antitussive codeine, thebaine, papaverine, narcotine, narcein, isoboldin, and salsolinol. (Aniszewski, 2007). When used for other than therapeutic purposes, its content is narcotic at certain doses and toxic at high doses.

Ranunculaceae

- ***Helleborus sp.***

Helleborus orientalis ve *Helleborus vesicarius* species are dangerous. These plant species contain saponins and glycosides (hellebrin and helleborein) (Maior et al., 2013). Poisoning is seen in animals that eat young shoots in the spring. Decoctions prepared from the roots of this plant are used to destroy the parasites on the skin of animals, the decoction applied to the animal can cause poisoning by mixing with the blood through the wounds or cracks in the skin (Yılmaz et al., 1995). Poisoning up to death (4-12 g root) is seen especially in animals and people who eat poisoned animals (pain, diarrhea, vomiting, urinary retention, cramps and paralysis). Its effect is especially on the heart.

Rosacaea

- ***Prunus sp.***

The seeds of some *Prunus* species contain cyanhydric acid (HCN) (Bock et al., 2016). HCN (hydrocyanic acid), which is released as a result of eating the seeds of plants carrying cyanogenetic glycosides, usually causes death. It inhibits the mitochondrial enzyme cytochrome c oxidase and stops cellular respiration within minutes. The seeds of *Prunus amygdalus* (bitter almond) are used as cough suppressant, worm reducer and therapeutic in diabetes in our country (Küçüker, 2012). Intoxication is characterized with miosis, vomiting, severe abdominal pain, peripheral collapse and shock. Amygdalin is found in almond fruits of Prunus dulcis. (Bock et al., 2016). In bitter almonds (*Prunus amara*), amygdalin is enzymatically converted to toxic prussic acid and benzaldehyde, the chemical that gives almonds a bitter taste. *Prunus armeniaca* seeds are especially eaten by children and cause poisoning resulting in death. (Küçüker, 2012).

- ***Laurocerasus officinalis***

Black berry juice (aqua laurocerasi) obtained from the leaves of this plant is used in a controlled manner as a expectorant and sedative. Otherwise, it can cause poisoning due to "prunasin" glycoside, which is very poisonous (Elmastas et al., 2013). Hydrocyanic acid, which is released as a result of the hydrolysis of the amygdalin glycoside, may cause inactivation of some enzymes involved in respiration and cause poisoning (Dursun, 2010).

Scrophulariaceae

- ***Digitalis purpurea***

Although the whole plant carries toxic glycosides, its leaves contains glycosides such as "digitalin" and "digoxin" which are cardiotonic (Küçüker, 2012). There are about 20 species of foxglove (*Digitalis spp.*) (Bock et al., 2016). Its active glycosides are known by the general name digitalis glycosides. It can be used in some heart patients who are treated for congestive heart failure and atrial arrhythmia. Overdose can result in death. Digoxin is derived from *Digitalis lanata* (white foxglove), as lanatoside-C, the glycoside precursor of digoxin (Whayne, 2018). Digitoxin is a pure glycoside obtained from *D. purpurea*; its effect starts later than digoxin or lanatoside-C and has a much longer half-life and accumulates in the body. Ouabain (strophanthin-G), also a pure glycoside, is usually obtained from Strophanthus gratus, and is highly valued for its rapid onset of action. Since these glycosides have low therapeutic indices, if patients are not subjected to therapeutic drug monitoring, uncontrolled drug concentrations in the blood or urine can lead to poisoning and even death. It is sometimes confused with digitalis with poisonous comfrey (*Symphytum spp., Borganinaceae*). Active metabolites of pyrrolizidine alkaloids in comfrey interact with DNA in liver endothelial cells and hepatocytes, causing DNA damage, mutation and cancer (Mei et al., 2010).

Solanaceae

Common alkaloids in this family are; antimuscarinic scopolamine, atropine and hyoscyamine (Smolinske et al., 2007). Scopolamine is used as an antidepressant and anti-nausea medicine (Kerchner et al., 2020). It is anticholinergic and antimuscarinic. Overdoses can cause depression. It is hallucinogenic, but the experiences are often unpleasant. Atropine is an anticholinergic, antimuscarinic drug that causes pupil dilation. Increases heart rate and saliva secretion. Hyoscyamine is the levorotatory isomer of atropine and is also the precursor of its synthesis. Its effect is similar to scopolamine and atropine (Fig 1.). SSS creates depression.

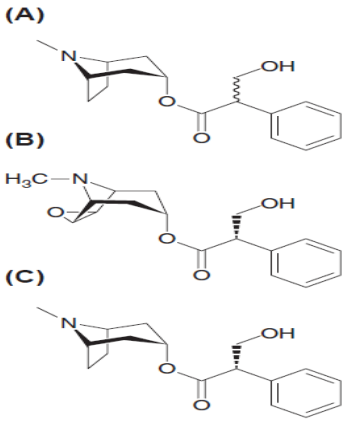


Fig 1. The structure of tropane alkaloids, A: atropin, B: skopolamin, C: hyoscyamine

- ***Atropa belladonna***

All parts of the plant contain the poisonous "hyoscyamine", "atropine" and "scopolamine" alkaloids (Cebeci et al., 2020). It is frequently used in medicine as a local drug due to its antispasmodic effect. It causes poisoning with its anticholinergic effect. Confusion or acute psychosis may develop due to L-atropine, DL-hyoscyamine and hyoscine. (Demir et al., 2006). The main signs of poisoning are both hallucination and delusion, as well as high fever, tachycardia and anticholinergic effects. In severe cases; hypertension, convulsions, coma, CNS palsy and death may occur after respiratory arrest. Animals such as rodents, goats, rabbits and horses are not poisoned even if they eat this plant. Eating the meat of animals that have eaten this plant is toxic to humans.

- ***Mandragora autumnalis***

Since ancient times, this plant has been believed to have aphrodisiac and magical properties due to its man-like appearance, besides its narcotic and poisonous properties. (Piccillo et al., 2002). *Mandragora autumnalis* should not be confused with mandrake or *Podophyllum peltatum*. *Podophyllum peltatum* containing podophyllotoxin, which causes temporary central neurotoxicity and permanent peripheral neurotoxicity, first activates and then blocks nicotinic receptors. Symptoms of poisoning include nausea, vomiting, hypertension or hypotension, tachycardia or bradycardia, muscle fasciculations, seizures, paresthesia, increased salivation, bronchospasm. *Mandragora autumnalis* contains varying concentrations of solanum alkaloids that cause gastrointestinal irritation and tropane alkaloids with anticholinergic properties that produce typical and sometimes severe atropine-like symptoms. Ingestion of a few leaves, seeds, berries or stems may cause a poisoning characterized by nausea and vomiting, disorientation, delirium or depression of mental status, mydriasis, tachycardia, red and dry skin, dry mouth, decreased gastrointestinal motility, and urinary retention. (Piccillo et al., 2002). Severe poisoning can cause seizures and coma and is potentially life-threatening. *Mandragora autumnalis* can also be confused with *Borago officinalis* (Boraginaceae) by non-specialist collectors. Borago officinalis has also been reported to have antipyretic, aphrodisiac, antispasmodic, sedative, antihypertensive, anxiolytic and diuretic effects. It is also used in the treatment of bronchitis, palpitations, cramps and diarrhea. This herb is also considered beneficial in the treatment of diseases such as premenstrual syndrome, multiple sclerosis, rheumatoid arthritis, and asthma. This herb is also considered beneficial in the treatment of diseases such as premenstrual syndrome, multiple sclerosis, rheumatoid arthritis, and asthma.

- ***Hyoscyamus sp.***

Its leaves contain tropane-derived ester alkaloids "hyoscyamine", "scopolamine" and "atropine" alkaloids and have sedative, analgesic and antispasmodic effects (Taban Akça et al., 2021). General effects and signs of poisoning are the same as those for *A. belladonna* species. (Küçüker, 2012). When eated; nausea, dilated pupils, muscle pain, weakening of the pulse, fever, delirium and death are seen.

- ***Hyoscyamus niger***

Especially the roots of this plant can be accidentally eaten as parsnip or chicory. Although it is used as a herbal medicine, it can cause accidental or intentional poisoning. Contains plant alkaloids, saponins, lignans, coumarinolignans, flavonoids and some other non-alkaloid compounds (Jun et al., 2011). It has pharmacological effects such as bronchodilator, antisecretory, bladder relaxant, spasmolytic, hypnotic, hallucinogenic, pupil dilator, sedative and antidiarrheal. However, the symptoms of acute poisoning are very extensive, including mydriasis, tachycardia, arrhythmia, agitation, convulsions and coma, dry mouth, thirst, slurred speech, dysphagia, hot flushed skin, fever, nausea, vomiting, headache, blurred vision and photophobia, urinary retention, bladder swelling, lethargy, hyper-reflex, auditory, visual or tactile hallucinations, confusion, disorientation, delirium, aggression, and belligerent behavior.

- ***Datura sp.***

The plant, which contains tropane alkaloids such as atropine, scopolamine and hyosyamine, has CNS stimulating properties. (Nalbantoğlu et al., 2017). It has a strong antispazmodic effect (Al-Snafi, 2017). Poisoning usually occurs in the form of typical atropine poisoning by ingestion of seeds. (Küçüker, 2012). In France, it has been recorded that some thiefs incapacitate the people they want to rob using tobacco mixed with datura leaves or a decoction prepared from datura seeds in their wine. It has been reported that there are people who applied to health institutions due to hallucinogenic effects as a result of ingesting Datura seeds for their narcotic effect (Spina et al., 2007). High intake of *Datura stramonium* may cause poisoning; painful photophobia lasting several days can occur, as well as delirium (as opposed to hallucination), hyperthermia, tachycardia, peculiar behavior, and severe mydriasis.

Datura seeds can be mixed with red pepper seeds and accidentally ingested, resulting in accidental poisoning (Kerchner et al., 2020). Cases of accidental poisoning have been reported in Italy and Turkey by mixing with datura-like trumpet-shaped squash (*Cucurbita sp.*) flowers or *B. suaveolens* flowers. Although it has therapeutic effects when used externally in Ayurvedic medicine (an alternative medicine system based on the Indian subcontinent), it is toxic when used internally.

Taxaceae

- ***Taxus baccata***

The toxicity of Taxus baccata, whose alkaloids are used in cancer treatment today, has been known since ancient times, and the extracts of its leaves have been used for both murders and suicides (Perju-Dumbrava et al., 2013). Taxus baccata contains a mixture of compounds, including phenolic compounds (eg 3,5-dimethoxyphenol), non-alkaloidal diterpenoids (eg 10-deactethylbaccatin III), alkaloidal diterpenoids (eg paclitaxel, taxine B) or flavonoids (eg myricetin) and bioflavonoids (eg bilobetin) (Perju-Dumbrava et al., 2013). In rare cases, it is fatal to humans. Ingestion of Taxus leaves can cause dizziness, nausea, vomiting, widespread abdominal pain, cardiac arrest, respiratory paralysis, and death.

Conclussion

Plants can cause fatal problems for human health and the formation of toxic secondary metabolites that cause different diseases in animals (Alotaibi et al., 2021). Many of these toxic factors are of legal importance. Medicinal plants are a source of life or death, depending on the dose. They can also be used in high doses as lethal poisons for murder or suicide. The main reason why crime scene investigators often fail to qualify botanical-derived findings as evidence arises from the lack of botanical knowledge of most experts in criminal investigations. In recent years, researches have been carried out in plant systematics, plant anatomy, palynology, plant ecology and related fields, and studies have been carried out in the field of forensic sciences to contribute to the plant-related crimes and cases. Based on plant toxicity, forensic experts can tell whether it was suicide, murder, or accidental. Most food poisoning involving plant toxins is due to accidental ingestion of poisonous plants, often inadvertently ingested rather than edible plants (Taniguchi et al., 2021).

Advances in the technologies of analytical techniques such as chromatography and spectroscopic methods allow the analysis of different phytochemical classes. This is considered as the basis for determining the pharmacological and toxicological effects of phytochemicals. The toxicity of some plants is mainly due to the cardiac glycosides and alkaloids they contain. Toxicity that develops after ingestion of the plant can be seen as hepatotoxicity, neurotoxicity, gastrointestinal toxicity, renal toxicity or cytotoxicity. Since the therapeutic index of phytotoxins is narrow, forensic scientists have an important role in the rapid detection of these substances that can be used as chemical or biological weapons.

References

Al-Snafi, A. E. (2017). Medical importance of Datura fastuosa (syn: Datura metel) and Datura stramonium - A review. *IOSR Journal Of Pharmacy*, *7*(7), 43–58.

Alotaibi, S. S., Alshoaibi, D., Alamari, H., Albogami, S., Khan, E., Alshanbari, A., Darwish, H., Alshanqiti, B., Alghamdi, H., & Almalki, W. (2021). Potential significance of medicinal plants in forensic analysis: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(7), 3929–3935. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.03.071

Aniszewski, T. (2007). *Alkaloids-Secrets of Life:: Aklaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role* (1st ed.). Elsevier.

Bock, J. H., & Norris, D. O. (2016). *Forensic plant science*. Academic Press.

Brvar, M., Ploj, T., Kozelj, G., Mozina, M., Noc, M., & Bunc, M. (2004). Case report: fatal poisoning with Colchicum autumnale. *Critical Care*, *8*(1), 1–4. doi: 10.1186/cc2427

Cebeci, D., Gürkaş, E., Maraş Genç, H., & Ceylan, N. (2020). Atropa Belladonna Poisoning in a Child with Acute Psychiatric Findings. *Ournal of Pediatric Emergency and Intensive Care Medicine*, *7*, 36–38.

Coyle, H. M. (2004). *Forensic botany: principles and applications to criminal casework*. CRC Press.

Demir, C., Dülger, C., Mete, R., Arslan, Ş., & Dilek, İ. (2006). Atropa Belladonna İle Zehirlenme: Bir Olgu Sunumu. *Van Tıp Dergisi*, *13*(2), 61–63.

Dursun, S. (2010). *Karayemişte (Prunus laurocerasus L.) siyanür içerikli amigdalin ve prunasin miktarlarının belirlenmesi*. Ordu Üniversitesi.

Elmastas, M., Genc, N., Demirtas, I., Aksit, H., & Aboul-Enien, H. Y. (2013). Isolation and Identification of Functional Components in Seed of Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and Investigation of Their Antioxidant Capacity. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, *3*(2), 115–120. doi: 10.1080/22311866.2013.817736

Farzaei, M. H., Bayrami, Z., Farzaei, F., Aneva, I., Das, S. K., Patra, J. K., Das, G., & Abdollahi, M. (2020). Poisoning by Medical Plants. *Archives of Iranian Medicine*, *23*(2), 117–127.

Finkelstein, Y., Aks, S. E., Hutson, J. R., Juurlink, D. N., Nguyen, P., Dubnov-Raz, G., Pollak, U., Koren, G., & Bentur, Y. (2010). Colchicine poisoning: the dark side of an ancient drug. *Clinical Toxicology*, *48*(5), 407–414. doi: 10.3109/15563650.2010.495348

Gupta, R. C. (2018). Non-Anticoagulant Rodenticides. In Veterinary Toxicology (pp. 613–626). Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-811410-0.00047-7

Idris, S., Mishra, A., & Khushtar, M. (2020). Phytochemical, ethanomedicinal and pharmacological applications of escin from *Aesculus hippocastanum* L . towards future medicine. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, *31*(5). doi: 10.1515/jbcpp-2019-0115

Jun, L., Ji, S., Xinwen, Y., Jingkuan, S., Qiming, M., & Tingguo, K. (2011). Chemical and Pharmacological Researches on Hyoscyamus niger. *Chinese Herbal Medicines*, *3*(2), 117–126.

Kerchner, A., & Farkas, Á. (2020). Worldwide poisoning potential of Brugmansia and Datura. *Forensic Toxicology*, *38*(1), 30–41. doi: 10.1007/s11419-019-00500-2

Khajja, B. S., Sharma, M., & Singh, R. (2011). Forensic Study of Indian Toxicological Plants as Botanical Weapon (BW): A Review. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, *01*(02). doi: 10.4172/2161-0525.1000112

Khan Heena, U., Fahmeeda, Z., Wasim, A., Intezar, A., & Abdul Vakil, K. (2017). Therapeutics, phytochemistry and pharmacology of Alsi (Linum usitatissimum Linn): An important Unani drug. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* , *6*(5), 377–383.

Küçüker, O. (2012). *Adli Botanik Ders Notları*. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı.

Maior, M., & Dobrotă, C. (2013). Natural compounds with important medical potential found in Helleborus sp. *Open Life Sciences*, *8*(3), 272–285. doi: 10.2478/s11535-013-0129-x

Manganyi, M. C., Tlatsana, G. S., Mokoroane, G. T., Senna, K. P., Mohaswa, J. F., Ntsayagae, K., Fri, J., & Ateba, C. N. (2021). Bulbous Plants Drimia: "A Thin Line between Poisonous and Healing Compounds" with Biological Activities. *Pharmaceutics*, *13*(9), 1385. doi: 10.3390/pharmaceutics13091385

Mei, N., Guo, L., Fu, P. P., Fuscoe, J. C., Luan, Y., & Chen, T. (2010). Metabolism, Genotoxicity, annd Carcinogenicity of Comfrey. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, *13*(7–8), 509–526. doi: 10.1080/10937404.2010.509013

Nalbantoğlu, A., Aslan, M. T., Samancı, N., & Yaman Taş, D. (2017). Datura Stramonium Zehirlenmesi Sonucu Antikolinerjik Sendrom: İki Olgu Sunumu. *Zeynep Kamil Tıp Bülteni*, *48*(4). doi: 10.16948/zktipb.300061

Ninan, E. C., & James, E. (2019). Acute disseminated encephalomyelitis due to abrus precatorius poisoning – A case report. *Saudi Pharmaceutical Journal*, *27*(4), 521–524. doi: 10.1016/j.jsps.2018.11.016

Patocka, J. (2018). Highly toxic ribosome-inactivating proteins as chemical warefare or terrorist agents. *International Review of the Armed Forces Medical Services*, *92*(3), 1–11.

Perju-Dumbrava, D., Morar, S., Chiroban, O., Lechintan, E., & Cioca, A. (2013). Suicidal poisoning by ingestion of Taxus Baccata leaves. Case report and literature review. *Romanian Journal of Legal Medicine*, *21*(2), 115–118. doi: 10.4323/rjlm.2013.115

Piccillo, G. A., Mondati, E. G., & Moro, P. A. (2002). Six Clinical Cases Of Mandragora Autumnalis Poisoning: Diagnosis And Treatment. *European Journal Of Emergency Medicine*, *9*(4), 342–347.

Roulard, R., Fontaine, J.-X., Jamali, A., Cailleu, D., Tavernier, R., Guillot, X., Rhazi, L., Petit, E., Molinie, R., & Mesnard, F. (2017). Use of qNMR for speciation of flaxseeds (Linum usitatissimum) and quantification of cyanogenic glycosides. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *409*(30), 7011–7026. doi: 10.1007/s00216-017-0637-7

Salem, M. A., Zayed, A., & Ezzat, S. M. (2021). Psychoactive plants and phytochemicals. In Phytochemistry, the Military and Health (pp. 121–150). Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-821556-2.00028-1

Smolinske, S. C., Daubert, G. P., & Spoerke, D. G. (2007). Poisonous plants. In M. W. Shannon, S. W. Borron, M. J. Burns, L. M. Haddad, & J. F. Winchester (Eds.), Haddad and Winchester's clinical management of poisoning and drug overdose. Saunders/Elsevier.

Spina, S. P., & Taddei, A. (2007). Teenagers with Jimson weed (Datura stramonium) poisoning. *CJEM*, *9*(06), 467–469. doi: 10.1017/S1481803500015530

Taban Akça, K., & Eruygur, N. (2021). Alkaloit kaynağı olarak iki banotu: Hyoscyamus niger L. & Hyoscyamus reticulatus L. *Biological Diversity and Conservation*. doi: 10.46309/biodicon.2021.987323

Taniguchi, M., Minatani, T., Miyazaki, H., Tsuchihashi, H., & Zaitsu, K. (2021). A highly sensitive quantification method for 12 plant toxins in human serum using liquid chromatography tandem mass spectrometry with a quick solid-phase extraction technique. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *192*, 113676. doi: 10.1016/j.jpba.2020.113676

Whayne, T. F. (2018). Clinical Use of Digitalis: A State of the Art Review. *American Journal of Cardiovascular Drugs*, *18*(6), 427–440. doi: 10.1007/s40256-018-0292-1

Yılmaz, O., & Mısırlıoğlu, D. (1995). Helleborus Orientalis Kökleriyle Oluşan Zehirlenmelerin Toksikolojik ve Patolojik Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 13–20.