17th INTERNATIONAL

GEVHER NESİBE

MEDICAL SCIENCES CONFERENCE

September 11-13, 2026 / Ankara, Turkiye

PROCEEDINGS BOOK

17.INTERNATIONAL GEVHER NESIBE HEALTH SCIENCES CONFERENCE

September 11-13, 2026 / Ankara, Turkiye

Editor

Dr. Esra BİLİCİ

Copyright © Liberty

Date: 10.10.2026

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2026

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http:// creativecommons. org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms. adopted by Mariam Rasulan

ISBN : 979-8-89695-566-5

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

17. INTERNATIONAL GEVHER NESİBE MEDICAL SCIENCES CONGRESS

DATE and PLACE

September 11-13, 2026 / Ankara, Turkiye

PARTICIPATION

Keynote & Invited

ORGANIZATIONS

Gevher Nesibe Journal of Medical and Health Sciences

IKSAD Institute

Chairperson of the Organizing Committee

Dr. Esra Bilici - Editor of Gevher Nesibe Journal of Medical and Health Sciences

ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Gülhan Bora - Van Yüzüncü Yıl University

Prof. Dr. Tünay Karan - Bozok University

Prof. Dr. Yücel Kadıoğlu - Atatürk University

Prof. Dr. Zeki Erişir - Fırat University

Prof. Dr. Pınar Ayvazoğlu - Kırıkkale University

Assoc. Prof. Dr. Duygu Udum - Uludağ University

Assoc. Prof. Dr. Erten Akbel - Uşak University

Assoc. Prof. Dr. Senem Akkoç - Süleyman Demirel University

CONGRESS COORDINATOR

Ülkü EKSİN

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye, Iran, Indonesia, Algeria, Albania, TRNC(6)

Number Of Accepted Papers- 98

Number Of Rejected Papers- 5

SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD

Dr. Lütfü AŞKIN
Adıyaman University

Dr. Elvira NURLANOVA
Tver Medical Academy

Dr. Dilek BAYKAL
Atlas University

Dr. Özcan BUDAK
Sakarya University

Dr. Aleksey STRİJKOV
Seçenov University

Dr. Alper KAFKASLI
Dr.Lütfi Kırdar Kartal City Hospital

Dr. Namık BİLİCİ
Karabük University

Dr. Sümeyye ALTIPARMAK
İnönü University

Dr. Ayşe Nur YILMAZ
Fırat University

Dr. Hatice ÖZDEMİR
Atatürk University

Dr. Dania ALKHATİB
Al-Quds University

Dr. Hilal ERDOĞAN
Nevşehir Hacı Bektaş Veli University

Dr. Daikh BADİS
BATNA University

SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD – II

SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD

Dr. Sveta TOKBERGENOVA
Ahmet Yesevi University

Dr. Ramazan KOZAN
Gazi University

Dr. Gizem ÇALIBAŞI KOÇAL
Dokuz Eylül University

Dr. Aysel KEKİLLİOĞLU
Nevşehir Hacıbektaş Veli University

Dr. Murat GENÇ
Atatürk University

Dr. Mevlüt ALBAYRAK
Atatürk University

Dr. Ángel A. CARBONELL-BARRACHINA
Miguel Hernández University

Dr. Pınar CELEPLİ
Ankara Training and Research Hospital

Dr. Shahadat MAVLYANOVA
Türkmenistan Kerki Hospital

Dr. Ayşe ÜNAL
Alanya Alaaddin Keykubat University

Dr. Alanur ÇİFTÇİ ŞİŞMAN
Health Sciences University

Dr. Leman KUTLU
Istanbul Atlas University

Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University

SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD – II

GevherNesibe
Medical & Health Sciences Congress

HEALTH SCIENCES CONFERENCE-XVII

September 11-13, 2026 / Ankara, Türkiye

Conference Program

Online & in-person

GevherNesibe
Medical & Health Sciences Journal

INPERSON SESSION / 13.09.2026

Ankara Local Time - 14 ^{00} : 16 ^{00} | Büyükşehir Genç Akademi Ulus

HEAD OF SESSION: Dr. Esra BİLİCİ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Şahin AHMEDOV	Altınbaş Kıbrıs University(Türkiye)	THE EFFECT OF INCREASED BODY MASS INDEX ON POSTURAL SYMMETRY AND STATIC BALANCE IN UNIVERSITY STUDENTS
Assist. Prof. Dr. Nükhet KAÇAR Dr. Abdulkadir CALAVUL	Çankırı Karatekin University(Türkiye) Demirtepe Life Private Hospital(Türkiye)	DELIVERY MANAGEMENT IN A PREGNANT WOMAN WITH RARE DOMINANT DYSTROPHIC EPIDERMOLYSIS BULLOSA: A CASE REPORT
Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL Kerem MERTOĞLU	Usak University(Türkiye)	PESTICIDE-INDUCED MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION AND OXIDATIVE STRESS: AN INTEGRATED MECHANISTIC PERSPECTIVE
Şehnaz MERTOĞLU Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL Kerem MERTOĞLU	Isparta University of Applied Sciences(Türkiye) Usak University(Türkiye)	AFLATOXIN CONTAMINATION IN WALNUTS FROM ORCHARD TO STORAGE: RISK FACTORS, HUMAN HEALTH IMPACTS, AND SUSTAINABLE CONTROL STRATEGIES
Mustafa ATALAN	Usak University(Türkiye)	NATURAL ANTIBIOTICS: ORIGINS, MECHANISMS OF ACTION AND THEIR ROLE IN MODERN MEDICINE
Nazangül ÜNAL	Usak University(Türkiye)	ENVIRONMENTAL FACTORS THREATENING PHARMACEUTICAL DRUG STABILITY: DEGRADATION MECHANISMS AND ANALYTICAL ASSESSMENTS

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-1, Esra BİLİCİ

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

https://us02web.zoom.us/j/89707558402?pwd=qTLqmqNIKb0zmkudxgzlal1qdBH6y2.1

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-1, SESSION-1

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Muazzez DERYA-ANDEDEN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Lect. Dr. Sibel SÖYLEMEZ Prof. Dr. Orhan CANBOLAT	Gazi University(Türkiye) Gazi University(Türkiye)	EFFECTS OF PROBIOTICS ON BARRIER INTEGRITY AND NEUROINFLAMMATION ALONG THE GUT-BRAIN AXIS
Assist. Prof. Dr.Gülhan ÜNLÜ Assist. Prof. Dr.Ayşe Nur COŞKUN DEMİRKALP	Ahi Evran University(Türkiye) Ahi Evran University(Türkiye)	EVALUATION OF THE EFFECTS OF COLLAGEN ON TUMOR SUPPRESSOR PROTEINS IN BREAST CANCER CELLS
Assist. Prof. Dr. Semih BULUT	Süleyman Demirel University(Türkiye)	INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIDIABETIC ACTIVITIES OF ARMERIA TROJANA USING IN VITRO METHODS
Assoc. Prof. Dr.Aslınur ALBAYRAK	Suleyman Demirel University(Türkiye)	PHARMACY STUDENTS' KNOWLEDGE LEVELS REGARDING ALZHEIMER'S DISEASE: A CROSS-SECTIONAL SURVEY STUDY
Assoc. Prof. Dr.Tevhide ZİVER SARP Ferhat Osman DAŞDEMİR Bekir KOCAZEYBEK	Eastern Mediterranean University(TRNC) İstanbul Arel University(Türkiye) İstanbul University-Cerrahpaşa(Türkiye)	HIV CURRENT EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF HIV SEROPOSITIVITY: CERRAHPAŞA FACULTY OF MEDICINE HOSPITAL DATA 2023–2026
Assist. Prof. Dr. Muazzez DERYA-ANDEDEN	Erciyes University(Türkiye)	EVALUATION OF THE CYTOTOXIC AND OXIDATIVE EFFECTS OF NICKEL SULFATE (NiSO 4) IN HEPG2 CELLS
Assist. Prof. Dr. Hülya GÜNDEŞLİ Betül BUDAK	University of Health Sciences Türkiye Marmara University(Türkiye)	DOWNREGULATION OF CNTN5 IN THYROID CARCINOMA: POTENTIAL DIAGNOSTIC IMPACT, AND CELLULAR HETEROGENEITY
Dr. Hakan TABAN	Medical Park Ankara Hospital(Türkiye)	ASSOCIATION OF ZFHX4 MUTATIONS WITH MICROSATELLITE INSTABILITY AND HYPERMUTATION PHENOTYPE IN GASTRIC ADENOCARCINOMA

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-2, SESSION-1

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Neriman YÜKSELTÜRK ŞİMŞEK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mustafa Volkan DÜZGÜN	Akdeniz University(Türkiye)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PEDIATRIC CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A REVIEW OF MONITORING AND MEDICATION ADHERENCE SYSTEMS IN NEPHROLOGY AND ORGAN TRANSPLANTATION
Nisanur MUTLUŞAHİNOĞLU	Maltepe University(Türkiye)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED CLINICAL DECISION-MAKING PROCESSES IN EMERGENCY DEPARTMENTS AND NURSING ETHICS
Assist. Prof. Dr. İlkay YURTSEVER	Sivas Cumhuriyet University(Türkiye)	STRENGTHENING STANDARDIZED LANGUAGE IN NURSING CARE PLANS: INTEGRATION OF NURSING DIAGNOSES, INTERVENTIONS, AND OUTCOMES CLASSIFICATIONS
Assist. Prof. Dr. İlkay YURTSEVER	Sivas Cumhuriyet University(Türkiye)	EVALUATION OF PERSONAL HYGIENE AND SELF-CARE PRACTICES WITHIN THE FRAMEWORK OF DOROTHEA OREM'S SELF-CARE DEFICIT NURSING THEORY
Nilgün ÇIRAK Fatmagül VAROL Yavuz ASLAN	Istanbul Esenyurt University(Türkiye) University of Health Sciences(Türkiye) University of Health Sciences(Türkiye)	COMPARISON OF FACTORS ASSOCIATED WITH FRAILTY IN MIDDLE-AGED INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES WITH AND WITHOUT DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY: A PILOT STUDY
Ebubekir KAPLAN	Van Yüzüncü Yıl University(Türkiye)	CURRENT EVIDENCE-BASED NURSING APPROACHES TO PRESSURE INJURY PREVENTION IN INTENSIVE CARE: A LITERATURE REVIEW
Assist. Prof. Dr. Neriman YÜKSELTÜRK ŞİMŞEK	Ankara University(Türkiye)	RESEARCH ON THE PREVENTİON, ASSESSMENT, AND MANAGEMENT OF CHEMOTHERAPY-INDUCED PERİPHERAL NEUROPATHY (2000–2025): A BİBLİOMETRİC STUDY

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-3, SESSION-1

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: OBSERVER

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Saniye Merve CENGİZ Ahmet Fatih CENGİZ Assoc. Prof. Dr. Gökhan ÇOBAN Assoc. Prof. Dr. Emrah SOYLU Res. Assist. Aslıgül ÇELİKER	Mersin University(Türkiye) Private Clinic(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Mersin University(Türkiye)	TREATMENT OF HYPERDIVERGENT SKELETAL CLASS III MALOCCLUSION WITH COMBINED ORTHODONTIC-ORTHOGNATHIC SURGERY: A CASE REPORT
Assist. Prof. Dr. Saniye Merve CENGİZ Ahmet Fatih CENGİZ Res. Assist. Eren AKTEPE	Mersin University(Türkiye) Private Clinic(Türkiye) Mersin University(Türkiye)	ORTHODONTIC TREATMENT OF BIALVEOLAR PROTRUSION USING AN EN MASSE RETRACTION APPROACH: A CASE REPORT
Lect. Dr. Berrak ÇAKMAK Uzm.Dt. Tevhide SÖKMEN	Gazi University(Türkiye) Gazi University(Türkiye)	DISTRIBUTION OF MALOCCLUSION CHARACTERISTICS AND GENDER DIFFERENCES IN ADOLESCENTS SEEKING ORTHODONTIC TREATMENT
Assist. Prof. Dr. Alperen TEKİN	Istanbul Medeniyet University(Türkiye)	BEYOND ACCURACY: TRANSLATIONAL-READINESS SIGNALS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH IN DENTOMAXILLOFACIAL RADIOLOGY: A BIBLIOMETRIC AND ABSTRACT-LEVEL TEXT-MINING STUDY
Aayan Mustafa Dr. Hina Zahoor Dr. Nasir Mustafa	Istanbul Gelisim University(Türkiye) Istanbul Gelisim University(Türkiye) Istanbul Gelisim University(Türkiye)	SUSTAINABLE DENTISTRY: TRANSFORMING ORAL HEALTHCARE FOR A GREENER FUTURE
Assist. Prof. Dr. Sema YAZICI AKBIYIK	Lokman Hekim University(Türkiye)	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS IN THE REPAIR OF DIRECT COMPOSITE RESIN RESTORATIONS
Uzm. Dr. Agah Abdullah KAHRAMANLAR	Erzurum City Hospital(Türkiye)	EVALUATION OF DENTISTS' KNOWLEDGE OF LOCAL ANESTHETIC SYSTEMIC TOXICITY

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-4, SESSION-1

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr.Halil İbrahim AKBAY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Buse SEMERCİ ARIKAN Ayşegül ÖZTÜRK	Sivas Cumhuriyet University(Türkiye) Sivas Cumhuriyet University(Türkiye)	INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECTS OF FERULIC ACID ON A549 AND HCC827 LUNG CANCER CELLS
Şevval SAÇİK Assist. Prof. Dr.Halil İbrahim AKBAY Prof. Dr.Hamit Hakan ALP	Yüzüncü Yıl University(Türkiye) Yüzüncü Yıl University(Türkiye) Yüzüncü Yıl University(Türkiye)	HEMOGLOBIN VARIANTS IN METHEMOGLOBINEMIA AND CO-OXIMETRY DISCORDANCE: DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC APPROACH FROM Hb M TO Hb E
Şevval SAÇİK Assist. Prof. Dr.Halil İbrahim AKBAY Prof. Dr.Hamit Hakan ALP	Van Yüzüncü Yıl University(Türkiye) Van Yüzüncü Yıl University(Türkiye) Van Yüzüncü Yıl University(Türkiye)	CO-OXIMETRY FAILURE ASSOCIATED WITH CONCURRENT METHEMOGLOBINEMIA AND HEMOGLOBIN E VARIANT: PREANALYTICAL OBSERVATION AND THERAPEUTIC IMPLICATIONS — A CASE REPORT
Dr. Nurcihan BİLTEKİN Assoc. Prof. Dr.Mahmut ÜLGER Prof. Dr. Seda TEZCAN ÜLGER Prof. Dr. Gönül ASLAN	Mersin University(Türkiye) Mersin University(Türkiye) Mersin University(Türkiye) Mersin University(Türkiye)	MOLECULAR ANALYSIS OF SECOND-LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG RESISTANCE IN MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS CLINICAL ISOLATES RESISTANT TO AT LEAST ONE FIRST- LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG
Assoc. Prof. Dr.Mahmut ÜLGER Dr. Nurcihan BİLTEKİN Prof. Dr. Gönül ASLAN	Mersin University(Türkiye) Mersin University(Türkiye) Mersin University(Türkiye)	SYNERGISTIC EFFECT OF BEDAQUILINE-LINEZOLID COMBINATION IN DRUG-RESISTANT MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS COMPLEX CLINICAL ISOLATES
Assist. Prof. Dr. Gökhan YILDIZ	Karadeniz Technical University(Türkiye)	EFFECTS OF LZTR1 ON PROLIFERATION AND CELL CYCLE IN HEP3B HEPATOCELLULAR CARCINOMA CELLS
Mehmet Tolga KAPLAN Assoc. Prof. Dr.Adile AKPINAR	Gaziantep University(Türkiye) Gaziantep University(Türkiye)	DETERMINATION OF THE PROTEIN CONTENT OF MEALWORMS (TENEBRIO MOLITOR) FED DIFFERENT LEGUME FLOURS

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 10 ^{00} : 12 ^{00}

HALL-5, SESSION-1

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Zhinzela Qyli

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hamid Reza Sanati Mehdi Norouzi Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini Mahsa Esmailzadeh Zahra Gholizadeh	Shahid Beheshti University(Iran) Urmia University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran) Urmia University of Medical Sciences(Iran) Islamic Azad University(Iran)	AI-ASSISTED TELE-GENETIC COUNSELING IN HEREDITARY INFERTILITY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES
Zahra Gholizadeh Hamed Aghazadeh Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini	Islamic Azad University(Iran) Islamic Azad University(Iran) Urmia University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION IN STEM CELL THERAPY FOR PREMATURE OVARIAN INSUFFICIENCY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES
Zahra Gholizadeh Hamid Reza Sanati Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini Mahsa Esmailzadeh Hamed Aghazadeh	Islamic Azad University(Iran) Shahid Beheshti University(Iran) Urmia University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran) Isfahan University of Medical Sciences(Iran) Urmia University of Medical Sciences(Iran) Islamic Azad University(Iran)	CRISPR-CAS9-MEDIATED GENE CORRECTION IN PATIENT-DERIVED IPSCS: CURRENT EVIDENCE AND CHALLENGES FOR CLINICAL TRANSLATION
Tengku Sri Wahyuni Inke Malahayati Lenny Nainggolan	Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan(Indonesia) Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan(Indonesia) Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan(Indonesia)	AN OVERVIEW OF PREGNANT WOMEN'S SATISFACTION WITH THE IMPLEMENTATION OF PRENATAL CLASSES IN PEMATANGSIANTAR, NORTH SUMATERA
S.Benabdi M.Amani D.Boumendil	University of Oran 1 Ahmed Ben Bella(Algeria) University of Oran 1 Ahmed Ben Bella(Algeria) University of Oran 1 Ahmed Ben Bella(Algeria)	ASSOCIATION OF CELIAC DISEASE AND CEREBRAL VENOUS THROMBOSIS IN CHILDHOOD: CASE REPORT
Dr. Zhinzela Qyli	Fan S. Noli University(Albania)	ESTIMATED BURDEN OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN ALBANIA: A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 12 30 : 14 30

HALL-1, SESSION-2

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Duygu TOZCU YILMAZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dilara FADILOĞLU Ismail A. ELHATY	Istanbul Gelisim University(Türkiye) Istanbul Gelisim University(Türkiye)	LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ENHANCE ADHERENCE TO COMBINED MEDICAL NUTRITION THERAPY AND HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING PROTOCOLS IN METABOLIC CARE
Yeşim MUTLU Assist. Prof. Dr.Ceren ŞARAHMAN KAHRAMAN	Alanya Alaaddin Keykubat University(Türkiye) Alanya Alaaddin Keykubat University(Türkiye)	GUT MICROBIOTA IN POLYENDOCRINE METABOLIC OVARIAN SYNDROME (PMOS): A CURRENT PERSPECTIVE ON PATHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS AND NUTRITIONAL APPROACHES
Elif Tuğba ÇİLİNGİR	İstanbul Okan University(Türkiye)	THE RELATIONSHIP BETWEEN WORK-RELATED STRESS AND NUTRITIONAL BEHAVIORS/ATTITUDES AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW
Lect. Dr. Büşra AÇIKALIN GÖKTÜRK Assist. Prof. Dr. Fatma KILIÇ	Ankara Medipol University(Türkiye) Bitlis Eren University(Türkiye)	EVALUATION OF UNIVERSITY CAFETERIA MENUS CREATED WITH AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE CHAT ROBOT: THE ChatGPT EXAMPLE
Assist. Prof. Dr. Duygu TOZCU YILMAZ Assoc. Prof. Dr.Abdulkadir ÇAKMAK	Amasya University(Türkiye) Amasya University(Türkiye)	POSTPROCEDURAL CHANGE IN THE HIGH-SENSITIVITY C-REACTIVE PROTEIN/HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL RATIO IN PATIENTS WITH STABLE CORONARY ARTERY DISEASE UNDERGOING ELECTIVE PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION: PRELIMINARY FINDINGS
Assoc. Prof. Dr.Yavuzkan PAKSOY Vet. Hek.Duygu ARSLAN Lect. Ali Ekber ÜN	Çukurova University(Türkiye) Alfa Veterinary Clinic(Türkiye) Ankara Yıldırım Beyazıt University(Türkiye)	THE SENSE OF HEARING AND THE IMPORTANCE OF EAR POSITIONS IN ASSESSING BEHAVIORAL STATE IN HORSES
Assist. Prof. Dr. Gözde OKBURAN İrem YORGANCI	Eastern Mediterranean University (TRNC) Eastern Mediterranean University (TRNC)	DOES CURCUMIN SUPPLEMENTATION ALTER BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT AND OBESE INDIVIDUALS? A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 12 30 : 14 30

HALL-2, SESSION-2

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Burcu DEMİRCAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Burcu DEMİRCAN	Bezmialem Vakif University(Türkiye)	EDUCATIONAL INTERVENTIONS TO IMPROVE CLINICAL DECISION- MAKING AND CLINICAL JUDGMENT IN NURSING STUDENTS: CURRENT EVIDENCE FROM SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES
Sümeyra YILMAZ Aleyna ÖZKAN Nilay AYAZ	Gazi University(Türkiye) Gazi University(Türkiye) Bursa High Specialization Training and Research Hospital(Türkiye)	THE MEDIATING ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY IN THE RELATIONSHIP BETWEEN E-HEALTH LITERACY AND CYBERCHONDRIA AMONG NURSING STUDENTS
Nur IĞNAK Meltem KÜRTÜNCÜ	Bülent Ecevit University(Türkiye) Bülent Ecevit University(Türkiye)	CHILD-FRIENDLY CARE PRACTICES IN PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENTS: A REVIEW OF CURRENT LITERATURE
Meral ÇIKAR Meltem KÜRTÜNCÜ	Bülent Ecevit University(Türkiye) Bülent Ecevit University(Türkiye)	PSYCHOLOGICAL ADJUSTMENT AND COPING STRATEGIES IN FOOD ALLERGY: A REVIEW OF THE LITERATURE ON CHILDREN, ADOLESCENTS, AND PARENT
Lect. Dr. Emine CİNCİOĞLU Gülgün DURAT	Sakarya University(Türkiye) Sakarya University(Türkiye)	THE EFFECT OF CLINICAL PRACTICE ON NURSING STUDENTS' PSYCHOSOCIAL CARE COMPETENCE: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY
Sinan AYDOĞAN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University(Türkiye)	THE ROLE OF CHATBOTS IN NURSING EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW
Gönül KARADENİZ Özlem DOĞU	Sakarya University(Türkiye) Sakarya University(Türkiye)	NON-PHARMACOLOGICAL APPROACHES IN PREPARATION FOR COLONOSCOPY: REVIEW

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 12 30 : 14 30

HALL-3, SESSION-2

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Nureddin YÜZKAT

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Op.Dr.Adem ÖZCAN	Ankara Bilkent City Hospital(Türkiye)	IS PERINEURAL INVASION INDEPENDENTLY ASSOCIATED WITH LOCAL RECURRENCE IN NONMETASTATIC INVASIVE BREAST CANCER?
Uzm. Dr. Yunushan Furkan AYDOĞDU	Ankara Training and Research Hospital(Türkiye)	THE RELATIONSHIP BETWEEN PREOPERATIVE SERUM LACTATE LEVEL AND POSTOPERATIVE OUTCOMES IN PATIENTS WITH PERFORATED PEPTIC ULCER
Lect. Dr. Fatih TÜRKOĞLU Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ	Selçuk University(Türkiye) Selçuk University(Türkiye)	ROBOTIC RIGHT HEMICOLECTOMY DOES NOT INCREASE THE RISK OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS: A MATCHED COMPARATIVE ANALYSIS
Nureddin YÜZKAT	Van Yüzüncü Yıl University(Türkiye)	EFFECT OF MENSTRUAL CYCLE PHASE ON RECOVERY AND COGNITIVE FUNCTION AFTER GENERAL ANESTHESIA: A PROSPECTIVE OBSERVATIONAL COMPARATIVE STUDY
Hülya TOSUN SÖNER	Gazi Yaşargil Training and Research Hospital(Türkiye)	ULTRASOUND-GUIDED SERRATUS POSTERIOR SUPERIOR INTERCOSTAL PLANE BLOCK FOR PORT CATHETER IMPLANTATION: A CASE REPORT
Dr. Hamit BAŞARAN Merve SERARSLAN Hasan Tahsin ÇEVİK	Selçuk University(Türkiye) Selçuk University(Türkiye) Selçuk University(Türkiye)	THE ROLE OF RADIOTHERAPY DURING CDK4/6 INHIBITOR THERAPY: ANALYSIS OF PFS AND OS IN A RETROSPECTIVE PATIENT COHORT
Dr. İlyas TURAN	Batman Private Zilan Hospital(Türkiye)	SECONDARY CYTOREDUCTIVE SURGERY AND HIPEC IN PLATINUM-RESISTANT RECURRENT HIGH-GRADE SEROUS TUBAL CARCINOMA: A CASE REPORT

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 12 30 : 14 30

HALL-4, SESSION-2

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Cihat ÖZTÜRK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ramazan ÇINAR Kenan YILDIZHAN	Bitlis Eren University(Türkiye) Van Yuzuncu Yil University(Türkiye)	TRP CHANNELS AND CLINICAL IMPLICATIONS: A HUMAN EVIDENCE MAP FROM CHANNELOPATHIES TO TARGETED THERAPIES
Güzide ŞATIR-BAŞARAN Melisa ALBAYRAK Seher Berna KIRDÖK-TANŞU	Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Ankara University(Türkiye)	INVESTIGATIONS OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF TREN-BASED NANOMATERIALS ON HUMAN BREAST CANCER
Filiz Beyza EKİNCİ Assist. Prof. Dr. Müge Gülcihan ÖNAL Assoc. Prof. Dr. Ömer ÖNAL Merve BAŞAR Sema ÇIKIN Yağmur ÖZKARA Lect. Dr. Dilek BAHAR Assoc. Prof. Dr. Armağan AKKUŞ	Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye) Erciyes University(Türkiye)	EVALUATION OF LIQUID BIOPSY-BASED MOLECULAR PROFILING OF METASTASIS-ASSOCIATED LONG NON-CODING RNAS IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER
Dr. Cihat ÖZTÜRK	Kırşehir Ahi Evran University(Türkiye)	INVESTIGATION OF NASAL STAPHYLOCOCCUS AUREUS CARRIAGE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE PROFILES AMONG HEALTHCARE WORKERS
Minazer DOĞAN Assist. Prof. Dr. Fatma CEVAHİR Reyhan BAYRAM Bahar GÜNDOĞDU Beyza KARAK Serdar SEZER Ayşe Sena NACAR Zehra KALAYCI Yasemin TOZOĞLU Gökçe ÖZKAN Sona NAMVAR KOHAN Dilara ÇANKAYA Fatma Zehra ÖZTAŞ Özgür KURT	Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Acıbadem University(Türkiye) Acıbadem University(Türkiye) Sakarya University of Applied Sciences(Türkiye) Acıbadem University(Türkiye) Akyazı State Hospital(Türkiye) Acıbadem University(Türkiye)	COMPARISON OF DIRECT MICROSCOPY, CONCENTRATION, AND STAINING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF INTESTINAL PARASITES

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 12 [30] : 14 [30]

HALL-5, SESSION-2

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Aldo Shpuza

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Valmira Abilaliaj	University Trauma Hospital(Albania)	COMPARISON OF POST-OPERATIVE OUTCOMES BETWEEN OPEN AND LAPAROSCOPIC APPROACHES IN COLON CANCER SURGERY: A RETROSPECTIVE CASE SERIES
Xhesika Xhetani Fatmir Bilaj	University of Medicine Tirana(Albania)	THE ROLE OF ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING IN ASSESSING THERAPEUTIC RESPONSE TO TRANSARTERIAL CHEMOEMBOLIZATION IN HEPATOCELLULAR CARCINOMA: A NARRATIVE REVIEW
Behar Toçilla Donjeta Bali	American Hospital Tirana(Albania) Mother Teresa Hospital Tirana(Albania)	MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN PEDIATRIC LYMPHOMA
Dr. Aldo Shpuza	University Trauma Hospital(Albania)	PHYSICAL INACTIVITY AND CUMULATIVE CARDIOVASCULAR RISK-FACTOR BURDEN AMONG PRIMARY HEALTHCARE USERS IN A CENTRAL REGION OF ALBANIA
Dr. Aldo Shpuza	University Trauma Hospital(Albania)	CARDIOVASCULAR RISK PROFILE AND SOCIODEMOGRAPHIC CORRELATES OF PHYSICAL INACTIVITY AMONG ADULTS IN TIRANA, ALBANIA
Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL İbrahim BULDUK	Usak University(Türkiye) Afyon Kocatepe University(Türkiye)	EFFECTIVE PHOSPHATE REMOVAL FROM AQUEOUS ENVIRONMENTS USING BIOCHAR PRODUCED FROM BANANA PEELS
İbrahim BULDUK Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL	Afyon Kocatepe University(Türkiye) Usak University(Türkiye)	ADSORPTION OF BISPHENOL A USING ORANGE PEEL-DERIVED BIOCHAR: KINETIC AND ISOTHERM STUDIES

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 15 ^{00} : 17 ^{00}

HALL-1, SESSION-3

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Cemal POLAT

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Sevim Burcu ALAC Sibel BOZGEYİK-BAĞDATLI	Hacettepe University(Türkiye) Hacettepe University(Türkiye)	COMPARISON OF QUADRICEPS MUSCLE VISCOELASTIC PROPERTIES AND POSTURAL CONTROL IN FEMALE GYMNASTS WITH AGE-MATCHED SEDENTARY CHILDREN
Assist. Prof. Dr. Muhammet Ayhan ORAL Mert Can ŞAHİN	Kırıkkale University(Türkiye) Kırıkkale University(Türkiye)	ACUTE EFFECTS OF VIRTUAL REALITY EXPOSURE ON LOWER EXTREMITY DYNAMIC BALANCE IN HEALTHY INDIVIDUALS
Assist. Prof. Dr. Cemal POLAT	Eskisehir Technical University(Türkiye)	THE EFFECTS OF YOGA EXERCISES ON LOWER AND UPPER LIMB FLEXIBILITY IN OLDER ADULT WOMEN: AN EXPERIMENTAL STUDY
Lect. Dr. Kamile ÖNER	Çankırı Karatekin University(Türkiye)	THE EFFECTS OF CLIMATE ANXIETY ON MENTAL HEALTH IN YOUNG ADULTS: A QUALITATIVE STUDY
Assist. Prof. Dr. Mehtap SARIOĞLU Res. Assist. Sümeyye ŞİMŞEK	İstanbul Yeni Yüzyıl University(Türkiye) İstanbul Yeni Yüzyıl University(Türkiye)	ALEXITHYMIA, GRIEF RESPONSES, AND ADDICTION SEVERITY IN INPATIENTS WITH ALCOHOL AND PSYCHOACTIVE SUBSTANCE USE DISORDERS: A CROSS-SECTIONAL STUDY
Assist. Prof. Dr. Uğur TEKEOĞLU Bekir GÖKÇE	Recep Tayyip Erdoğan University(Türkiye)	INVESTIGATION OF SOCIODEMOGRAPHIC VARIABLES ASSOCIATED WITH INTERNET GAMING DISORDER IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 15 ^{00} : 17 ^{00}

HALL-2, SESSION-3

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAMAR

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Pınar GÜNGÖR KETENCİ	Erenköy Physical Therapy and Rehabilitation Hospital(Türkiye)	FUTURE HEALTH SYSTEMS IN AN AGEING SOCIETY: TÜRKİYE'S READINESS FOR EMERGING TECHNOLOGIES AND HEALTHCARE MANAGEMENT APPROACHES
Assist. Prof. Dr.Yavuz Selim KÜÇÜK	Samsun University(Türkiye)	AN ANALYSIS OF REGIONAL VARIATIONS IN LIFE EXPECTANCY AT BIRTH AND THE IMPACT OF THE PANDEMIC IN TURKEY
Assist. Prof. Dr. Özgül ÖZKOÇ	Altınbaş University(Türkiye)	IS TÜRKIYE PREPARED FOR POPULATION AGING? A SWOT ANALYSIS OF THE HEALTHCARE SYSTEM AMID DEMOGRAPHIC TRANSITION
Assist. Prof. Dr. Mevlüt Okan AYDIN	Bursa Uludağ University(Türkiye)	THE IMPACT OF GAMIFIED ONLINE PBL USING GATHER.TOWN ON STUDENT ENGAGEMENT AND LEARNING EXPERIENCES
Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAMAR İbrahim YÜKSEL Melih TAKYACİ	Muğla Sıtkı Koçman University(Türkiye) Dokuz Eylül University Research and Application Hospital(Türkiye) Dokuz Eylül University(Türkiye)	BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGY AS A DECISION SUPPORT TOOL FOR HOSPITAL QUALITY MANAGEMENT PROCESSES: A CASE STUDY
Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAMAR İbrahim YÜKSEL Melih TAKYACİ	Muğla Sıtkı Koçman University(Türkiye) Dokuz Eylül University Research and Application Hospital(Türkiye) Dokuz Eylül University(Türkiye)	THE USE OF LARGE LANGUAGE MODELS IN HOSPITAL MANAGEMENT PROCESSES: A LITERATURE REVIEW AND A CASE APPLICATION

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 15 ^{00} : 17 ^{00}

HALL-3, SESSION-3

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Furkan YILMAZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Esma Nur YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Gülyeter ERDOĞAN YÜCE	Aksaray University(Türkiye) Aksaray University(Türkiye)	DETERMINING CHRONIC DISEASE SELF-MANAGEMENT AND GLAUCOMA- RELATED QUALITY OF LIFE IN GLAUCOMA PATIENTS
Melis YAĞDIRAN	Ankara Bilkent City Hospital(Türkiye)	GUIDELINE CONCORDANCE OF FREE-TIER LARGE LANGUAGE MODELS IN ADULT ANAPHYLAXIS: A BLINDED COMPARATIVE EVALUATION
Uzm. Dr. Furkan YILMAZ	Ankara Bilkent City Hospital(Türkiye)	ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT: DO THEY REALLY IMPROVE CLINICAL OUTCOMES?
Uzm. Dr. Özcan SENMEVSİM Uzm. Dr. Filiz HATİPOĞLU	Izmir City Hospital(Türkiye) Izmir City Hospital(Türkiye)	PREDICTION OF PATHOLOGIC COMPLETE RESPONSE IN BREAST CANCER PATIENTS UNDERGOING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY USING BASELINE ^{18}F-FDG PET/CT-Derived CT RADIOMICS AND CLINICOPATHOLOGICAL BIOMARKERS
Uzm. Dr. Filiz HATİPOĞLU	Izmir City Hospital(Türkiye)	THE RELATIONSHIP BETWEEN CLINICOPATHOLOGICAL FEATURES AND RESPONSE TO RADIOACTIVE IODINE THERAPY IN DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA
Dr. Demet DOĞAN	İstanbul Okan University(Türkiye)	PREVALENCE AND REPORTING RATE OF INCIDENTAL CORONARY ARTERY CALCIFICATION ON NON-CONTRAST CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY EXAMINATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT

ONLINE SESSION / 11.09.2026

ANKARA LOCAL TIME - 15 ^{00} : 17 ^{00}

HALL-4, SESSION-3

ZOOM ID: 897 0755 8402
PASSCODE: 123456

HEAD OF SESSION: Dr. Asuman ASLAN KARA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ercan AYAZ E. Nazlı HAYIRLI OZYOL Dr. Filiz YILMAZ Bayram YILMAZ	Dicle University(Türkiye) Hitit University(Türkiye) Hitit University(Türkiye) Hitit University(Türkiye)	EFFECT OF LIPOXIN-A4 ON OVARIAN HYPERSTIMULATION SYNDROME IN RATS
Res. Assist. Dr. Dilara KEKLİK	Çukurova University(Türkiye)	EXPERIENCES OF PEDIATRIC NURSES REGARDING MEDICATION SAFETY AND ASEPTIC PRACTICES: A PHENOMENOLOGICAL STUDY
Uzm. Dr.Elif Tuğçe GÜNER	Ankara Etlik City Hospital(Türkiye)	MICROBIOLOGICAL PROFILE OF SPUTUM CULTURES IN CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS
Uz. Dr. Asuman ASLAN KARA	Gaziantep Islamic Science and Technology University(Türkiye)	OCCUPATIONAL CHEMICAL EYE INJURIES: A CONTEMPORARY APPROACH TO A PREVENTABLE OCCUPATIONAL ACCIDENT
Assist. Prof. Dr. Emine SARMAN Halil AŞÇI Selçuk ÇÖMLEKÇİ	Afyonkarahisar Health Sciences University(Türkiye) Suleyman Demirel University(Türkiye)	HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF THE EFFECTS OF 27.12 MHZ RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ON RAT OVARIAN TISSUE
Halil Ilber SARİTEKE Yusuf Ali ODABASİ Tugba KARAMAN MERCAN Songül ARABUL Güngör KARAGÜZEL Esma KİRİMLİOĞLU	Akdeniz University(Türkiye) Akdeniz University(Türkiye) Akdeniz University(Türkiye) Akdeniz University(Türkiye) Akdeniz University(Türkiye) Akdeniz University(Türkiye)	ANALYSIS OF THE EXPRESSION PATTERN OF GRP78 PROTEIN IN NEPHRECTOMY MODELS CREATED IN JUVENILE AND ADULT STAGES

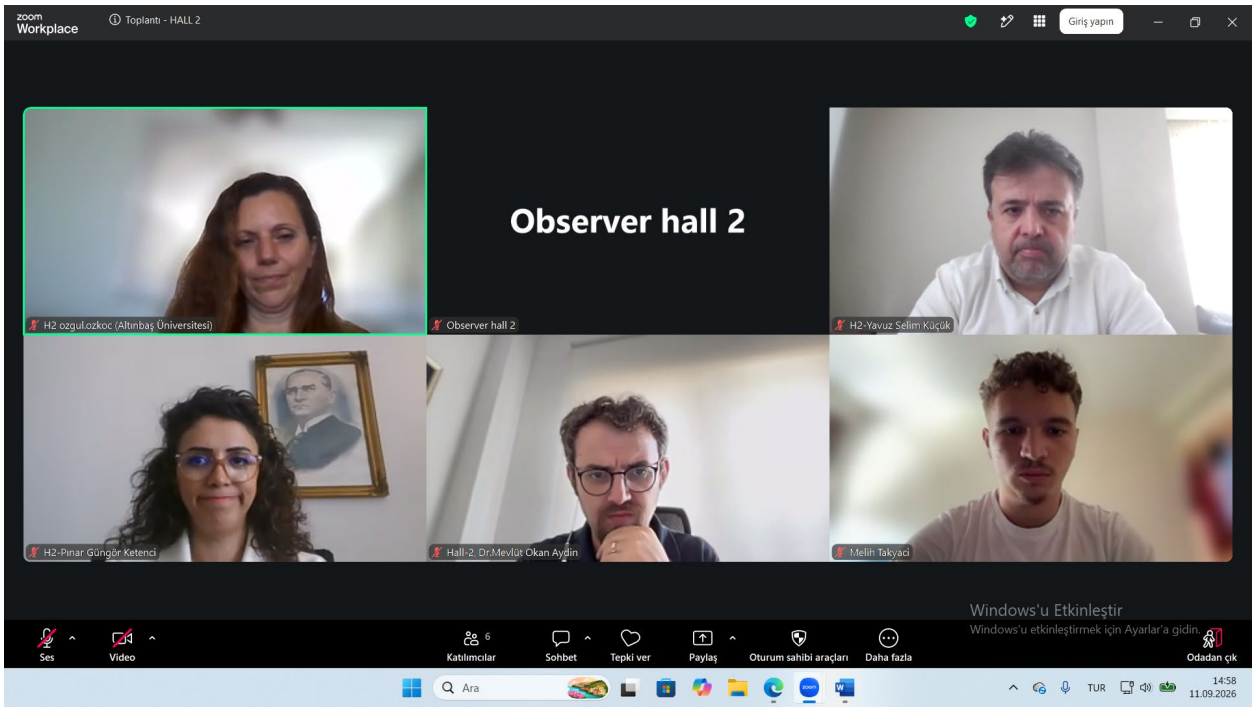
PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY

ONLINE SESSION PHOTO GALLERY



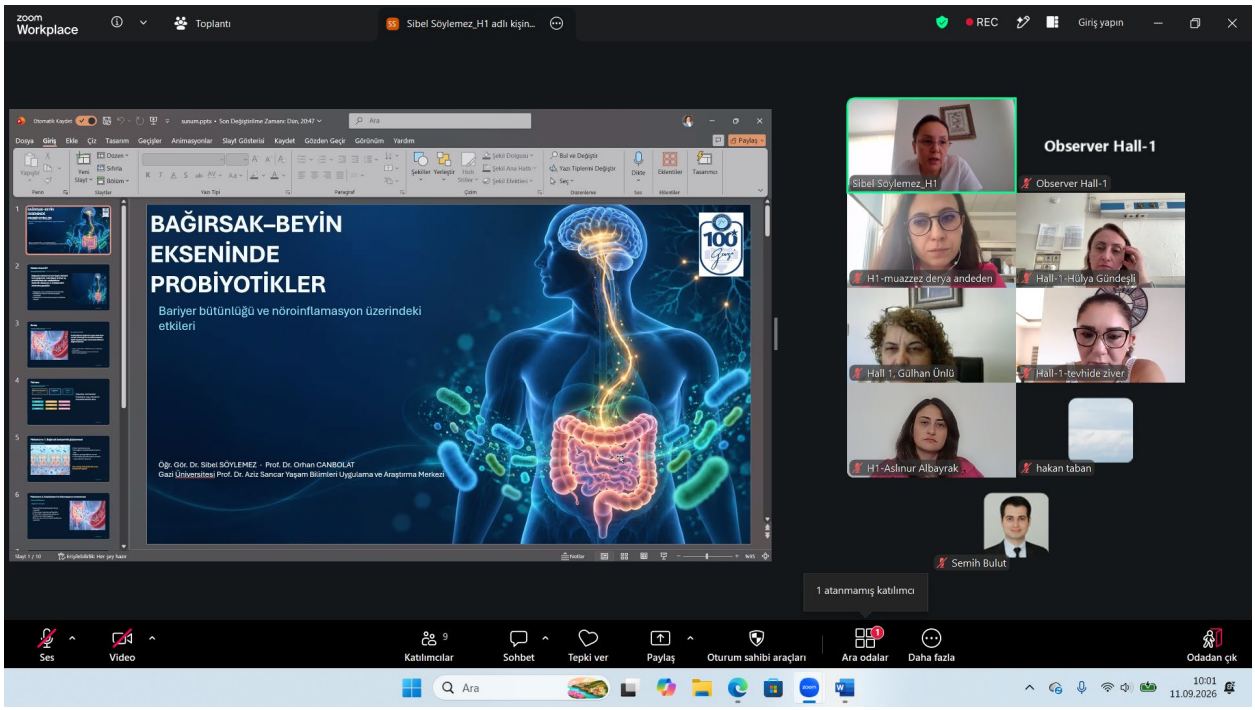
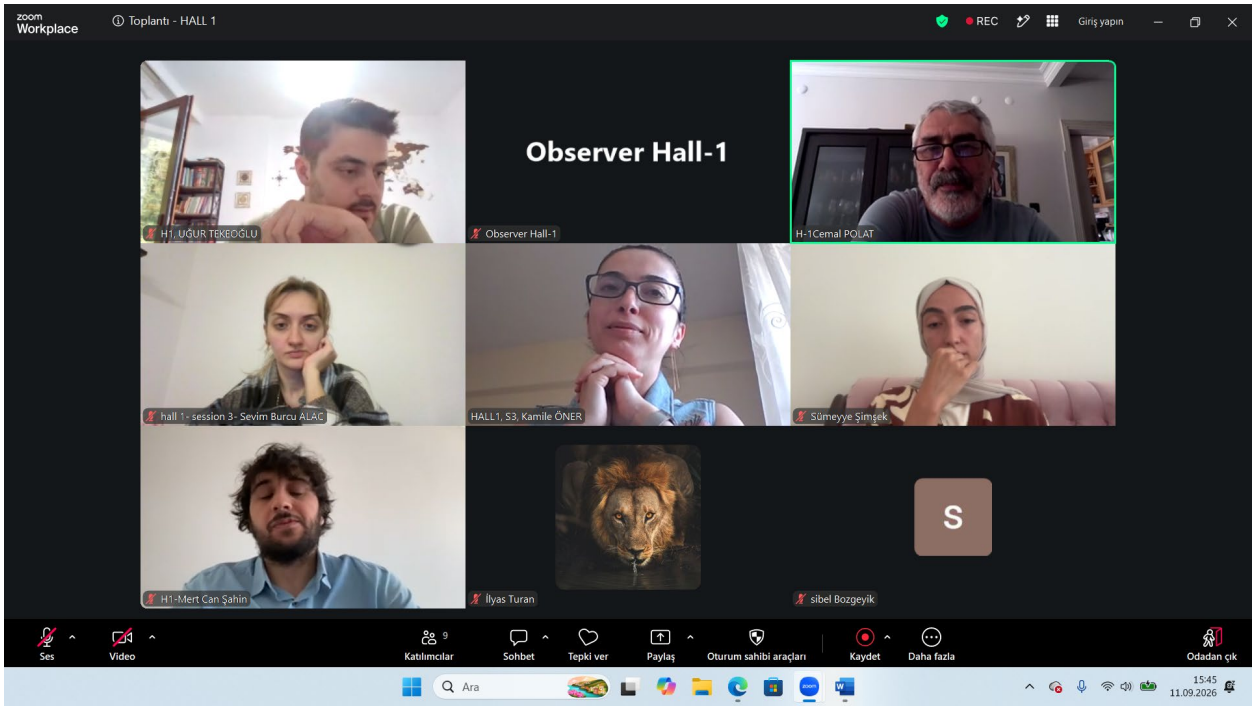


PHOTO GALLERY



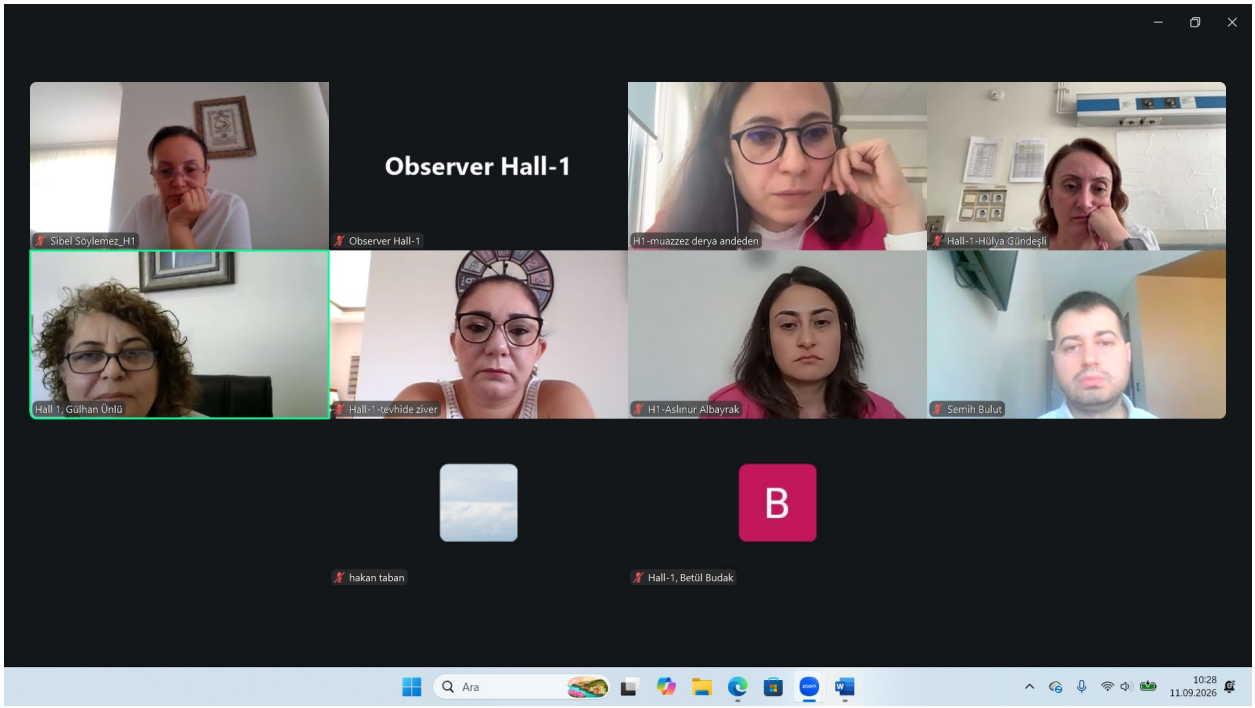
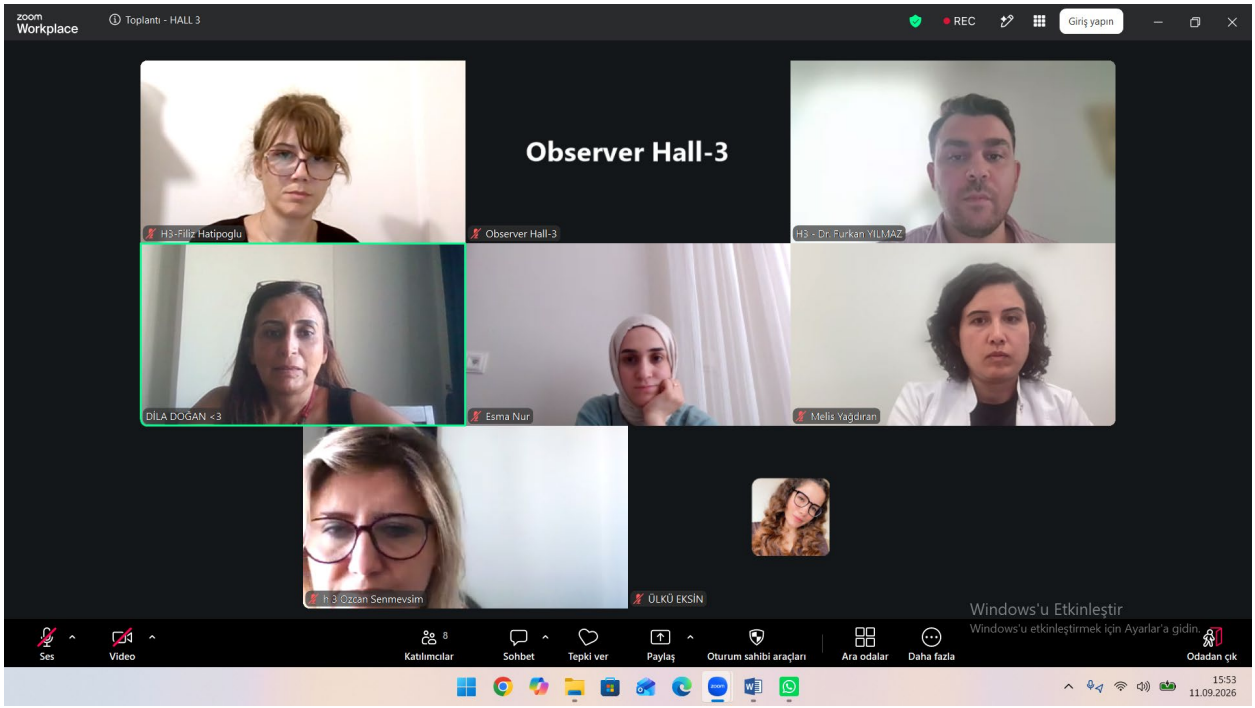


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY

PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY



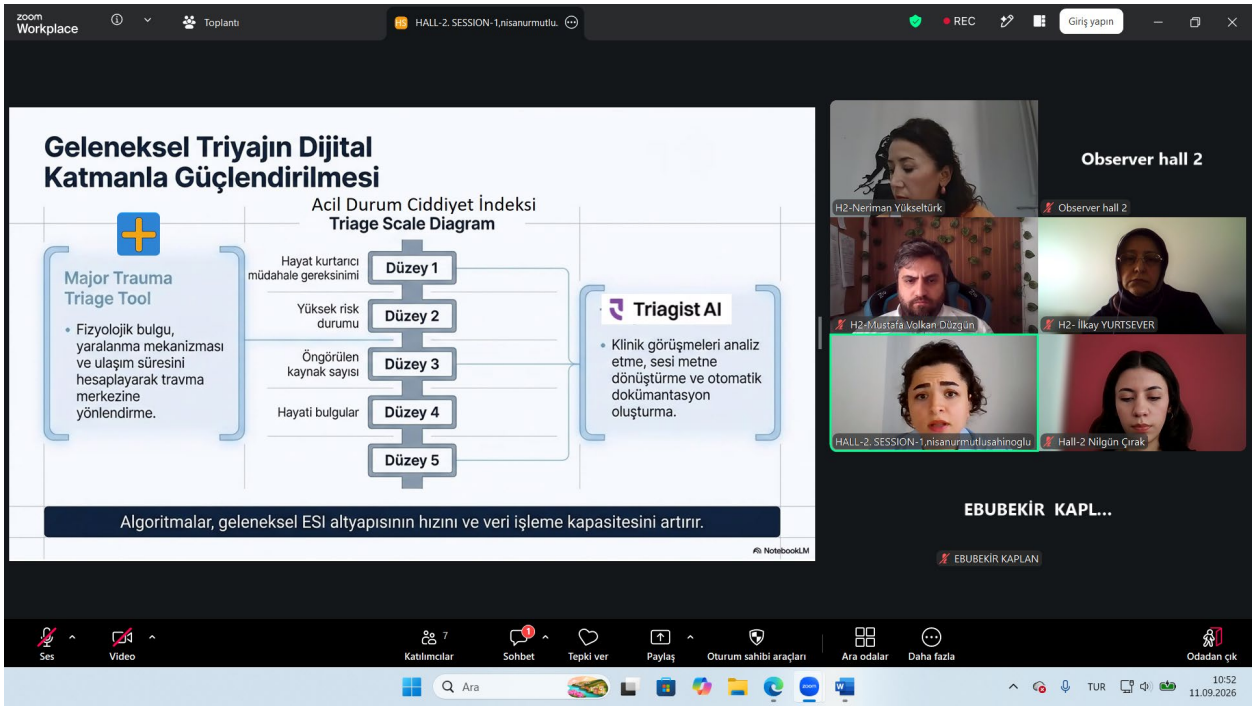
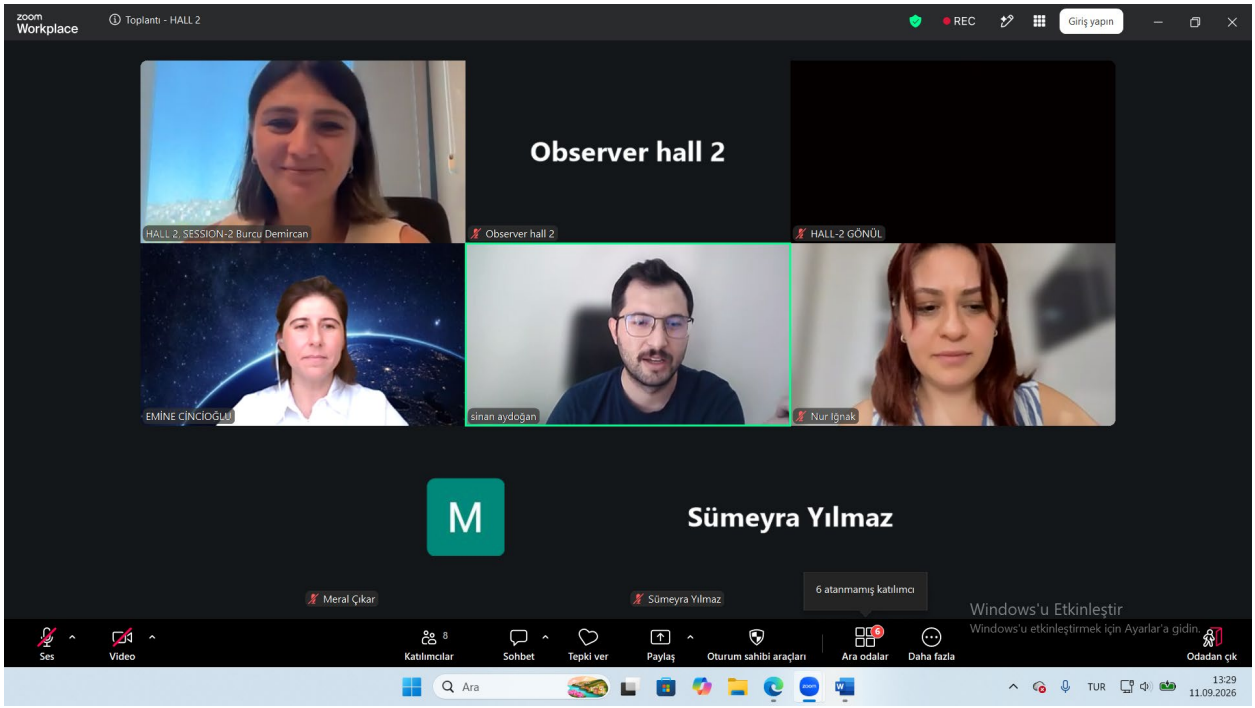


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY



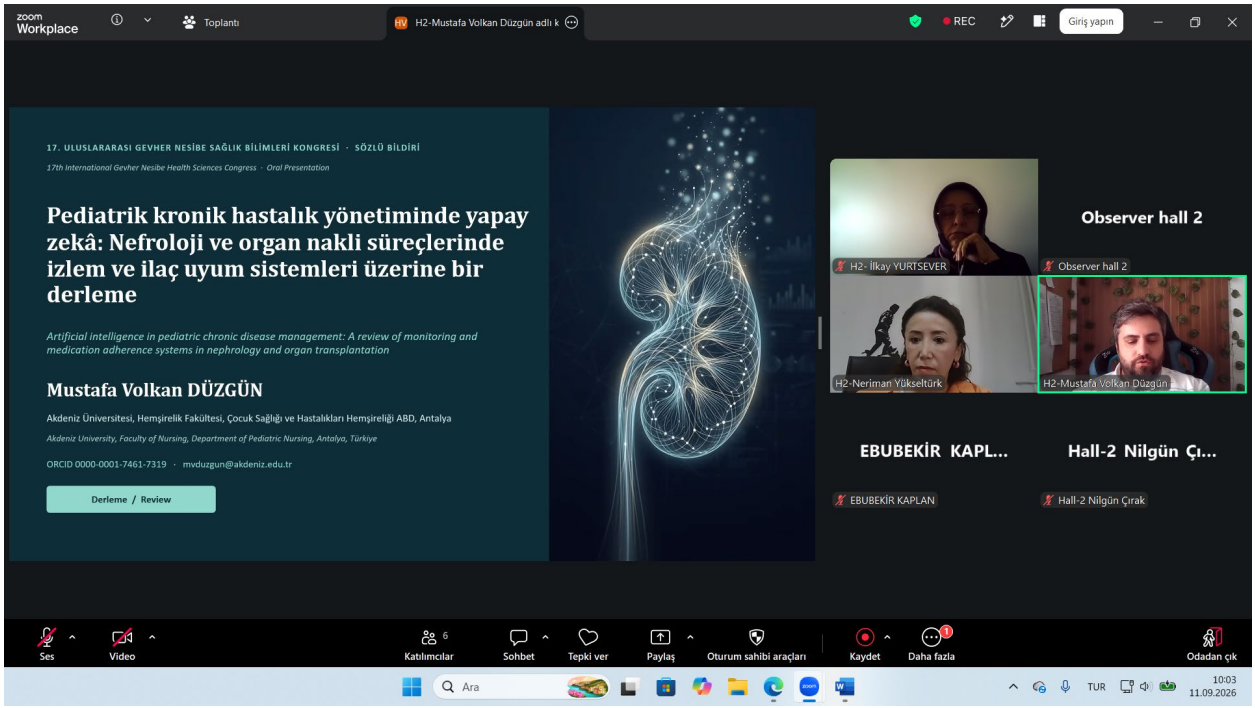


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY

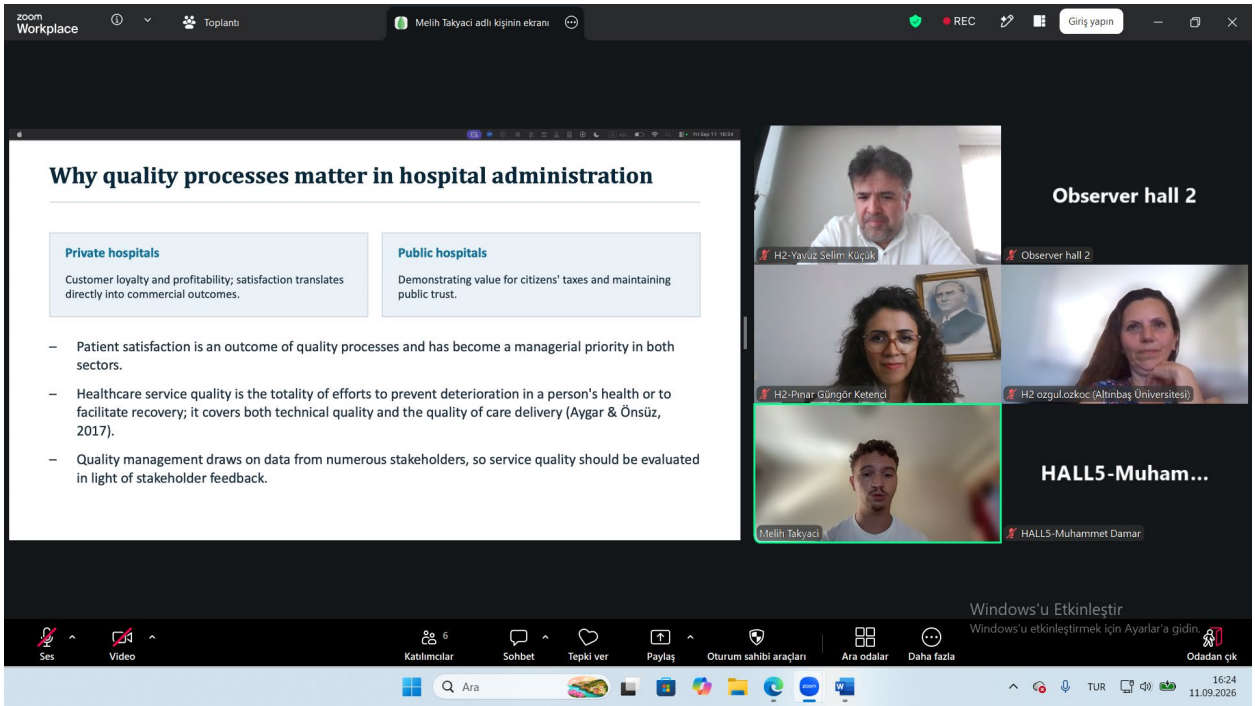
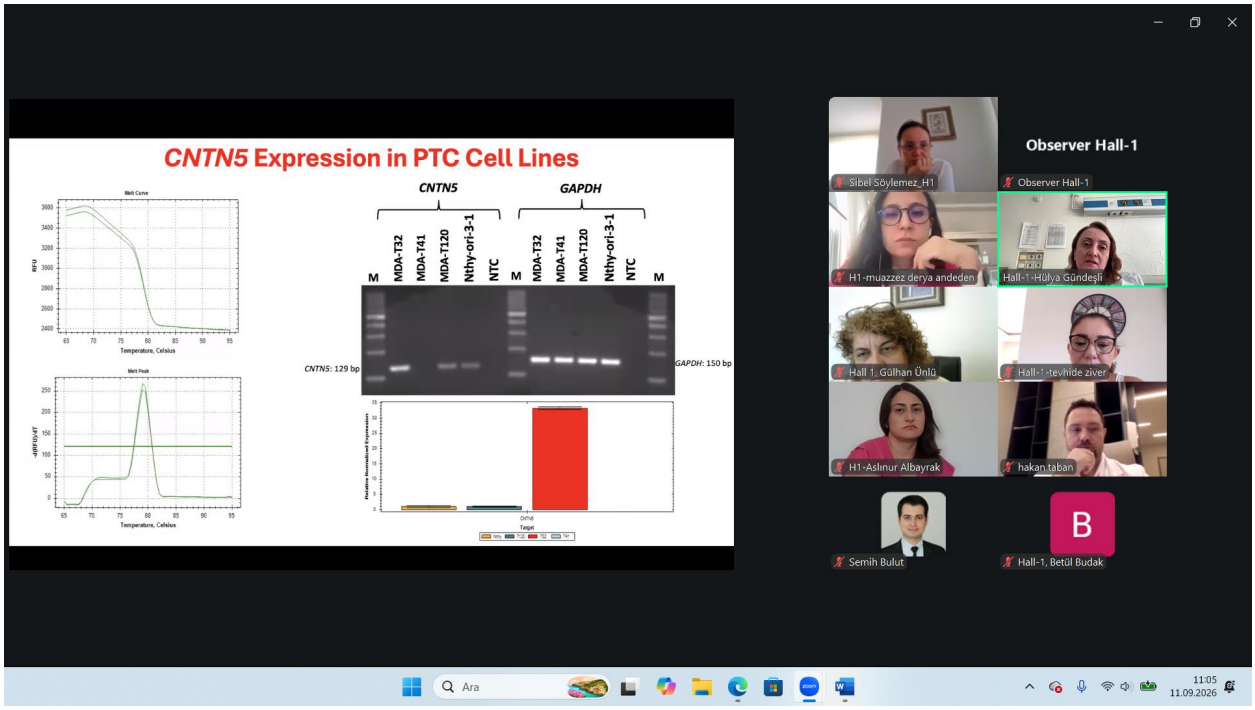


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY



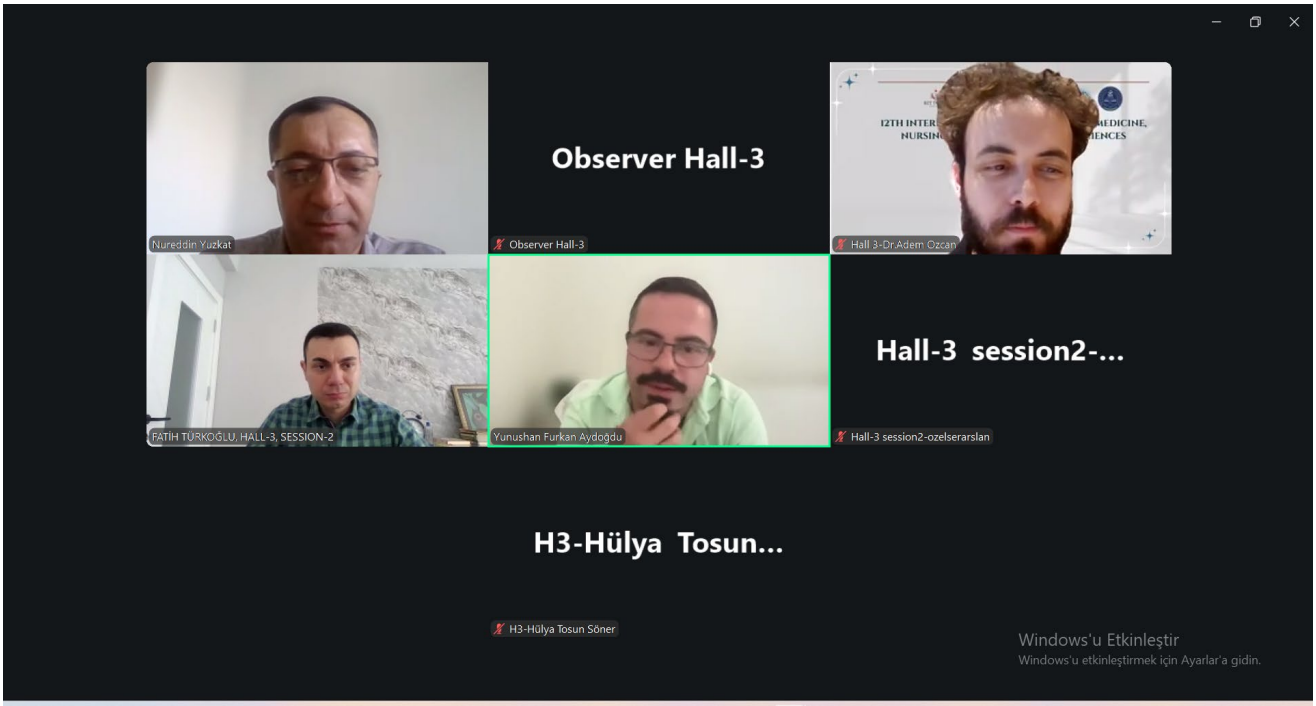
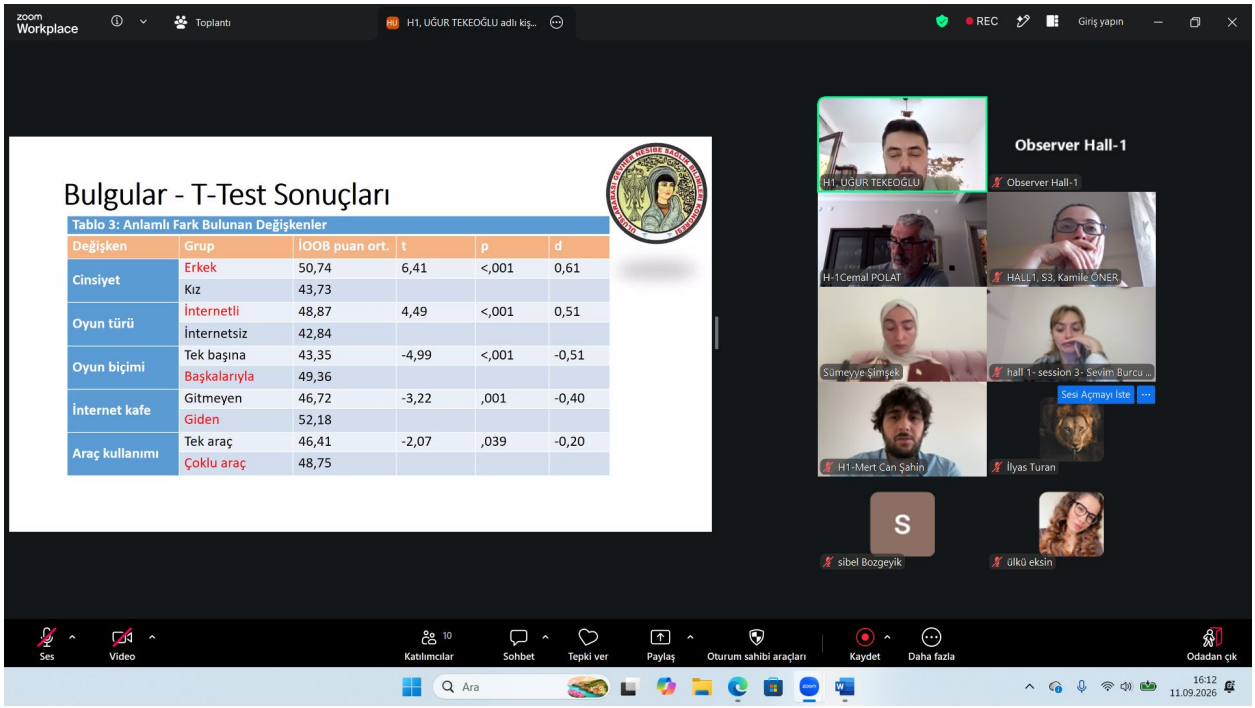


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY



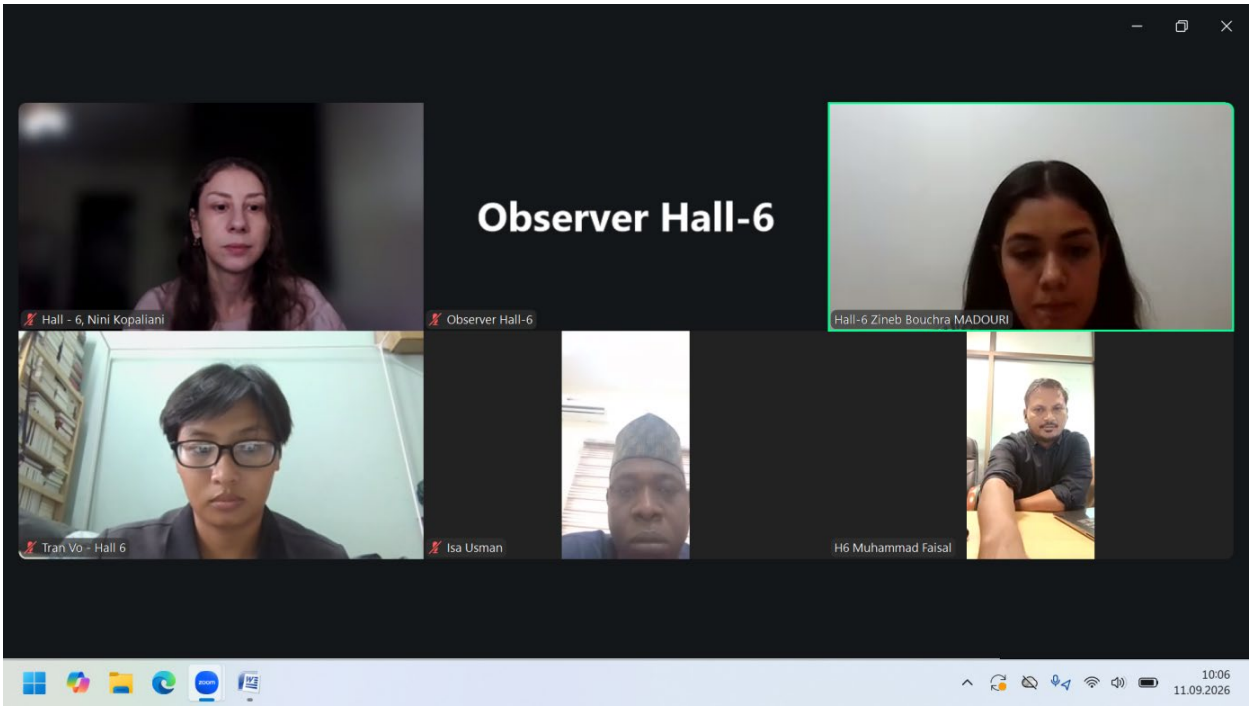


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY

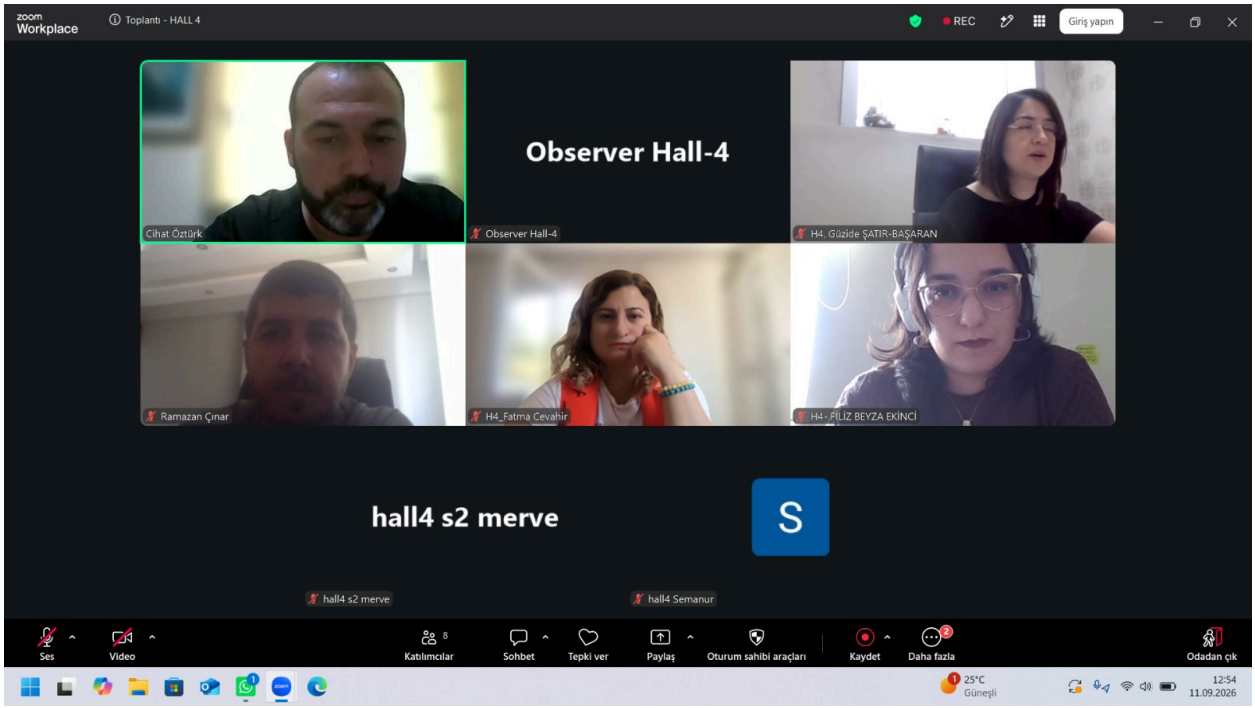


PHOTO GALLERY- IV

PHOTO GALLERY

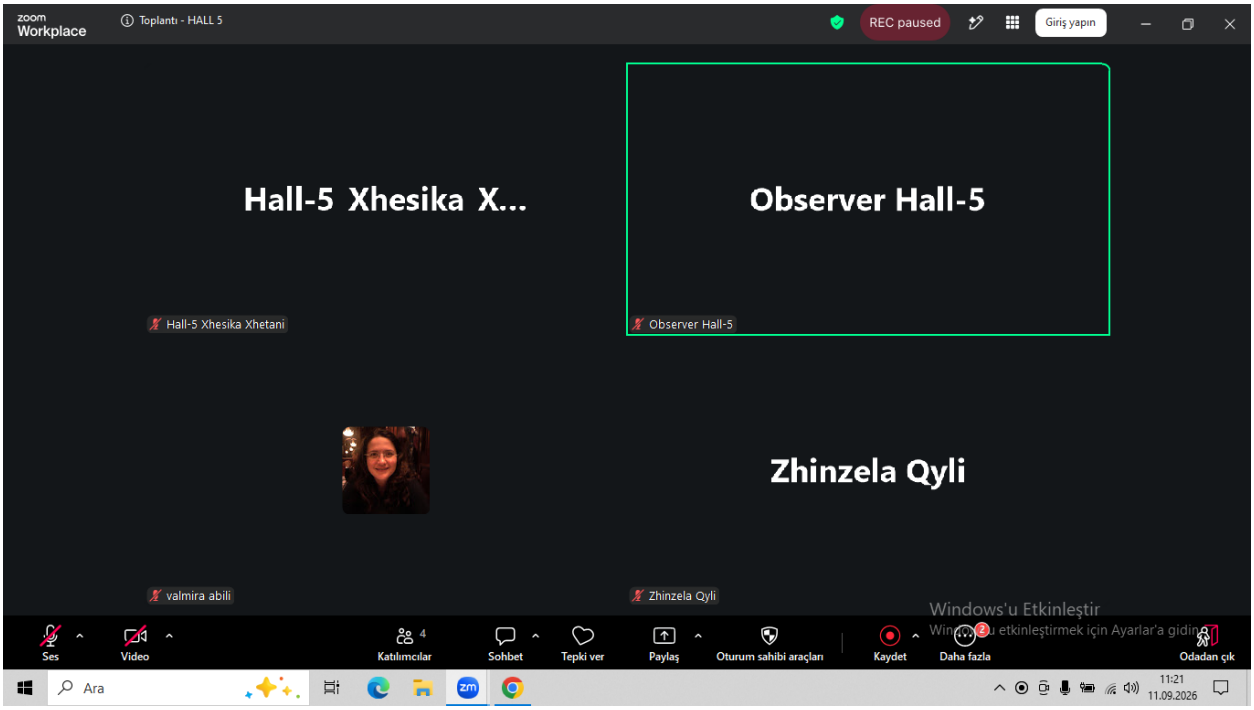


PHOTO GALLERY- IV

CONTENTS

CONGRESS ID	*I*
SCIENTIFIC AND ADVISORY BOARD	*II*
CONGRESS PROGRAM	*III*
PHOTO GALLERY	*IV*
CONTENTS	*V*

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Şahin AHMEDOV	THE EFFECT OF INCREASED BODY MASS INDEX ON POSTURAL SYMMETRY AND STATIC BALANCE IN UNIVERSITY STUDENTS	1–9
Nükhet KAÇAR **Abdulkadir CALAVUL**	DELIVERY MANAGEMENT IN A PREGNANT WOMAN WITH RARE DOMINANT DYSTROPHIC EPIDERMOLYSIS BULLOSA: A CASE REPORT	10–11
Erten AKBEL **Kerem MERTOĞLU**	PESTICIDE-INDUCED MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION AND OXIDATIVE STRESS: AN INTEGRATED MECHANISTIC PERSPECTIVE	12–23
Şehnaz MERTOĞLU **Erten AKBEL** **Kerem MERTOĞLU**	AFLATOXIN CONTAMINATION IN WALNUTS FROM ORCHARD TO STORAGE: RISK FACTORS, HUMAN HEALTH IMPACTS, AND SUSTAINABLE CONTROL STRATEGIES	24–34
Mustafa ATALAN	NATURAL ANTIBIOTICS: ORIGINS, MECHANISMS OF ACTION AND THEIR ROLE IN MODERN MEDICINE	35–39
Nazangül ÜNAL	ENVIRONMENTAL FACTORS THREATENING PHARMACEUTICAL DRUG STABILITY: DEGRADATION MECHANISMS AND ANALYTICAL ASSESSMENTS	40–41
Sibel SÖYLEMEZ **Orhan CANBOLAT**	EFFECTS OF PROBIOTICS ON BARRIER INTEGRITY AND NEUROINFLAMMATION ALONG THE GUT-BRAIN AXIS	42–43
Gülhan ÜNLÜ **Ayşe Nur COŞKUN DEMİRKALP**	EVALUATION OF THE EFFECTS OF COLLAGEN ON TUMOR SUPPRESSOR PROTEINS IN BREAST CANCER CELLS	44
Semih BULUT	INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIDIABETIC ACTIVITIES OF ARMERIA TROJANA USING IN VITRO METHODS	45–52
Aslınur ALBAYRAK	PHARMACY STUDENTS' KNOWLEDGE LEVELS REGARDING ALZHEIMER'S DISEASE: A CROSS-SECTIONAL SURVEY STUDY	53
Tevhide ZIVER SARP **Ferhat Osman DAŞDEMIR** **Bekir KOCAZEYBEK**	HIV CURRENT EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF HIV SEROPOSITIVITY: CERRAHPAŞA FACULTY OF MEDICINE HOSPITAL DATA 2023–2026	54–55
Muazzez DERYA-ANDEDEN	EVALUATION OF THE CYTOTOXIC AND OXIDATIVE EFFECTS OF NICKEL SULFATE (NiSO4) IN HEPG2 CELLS	56–57
Hülya GÜNDEŞLİ **Betül BUDAK**	DOWNREGULATION OF CNTN5 IN THYROID CARCINOMA: POTENTIAL DIAGNOSTIC IMPACT, AND CELLULAR HETEROGENEITY	58–59

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Hakan TABAN	ASSOCIATION OF ZFHX4 MUTATIONS WITH MICROSATELLITE INSTABILITY AND HYPERMUTATION PHENOTYPE IN GASTRIC ADENOCARCINOMA	60–63
Mustafa Volkan DÜZGÜN	ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PEDIATRIC CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A REVIEW OF MONITORING AND MEDICATION ADHERENCE SYSTEMS IN NEPHROLOGY AND ORGAN TRANSPLANTATION	64–70
Nisanur MUTLUŞAHİNOĞLU	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED CLINICAL DECISION-MAKING PROCESSES IN EMERGENCY DEPARTMENTS AND NURSING ETHICS	71–72
İlkay YURTSEVER	STRENGTHENING STANDARDIZED LANGUAGE IN NURSING CARE PLANS: THE INTEGRATED USE OF NURSING DIAGNOSES, INTERVENTIONS, AND OUTCOME CLASSIFICATIONS	73–81
İlkay YURTSEVER	EVALUATION OF PERSONAL HYGIENE AND SELF-CARE PRACTICES WITHIN THE FRAMEWORK OF DOROTHEA OREM'S SELF-CARE DEFICIT NURSING THEORY	82–92
Nilgün ÇIRAK **Fatmagül VAROL** **Yavuz ASLAN**	COMPARISON OF FACTORS ASSOCIATED WITH FRAILTY IN MIDDLE-AGED INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES WITH AND WITHOUT DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY: A PILOT STUDY	93–94
Ebubekir KAPLAN	CURRENT EVIDENCE-BASED NURSING APPROACHES TO PRESSURE INJURY PREVENTION IN INTENSIVE CARE: A LITERATURE REVIEW	95–96
Neriman YÜKSELTÜRK ŞİMŞEK	RESEARCH ON THE PREVENTION, ASSESSMENT, AND MANAGEMENT OF CHEMOTHERAPY-INDUCED PERIPHERAL NEUROPATHY (2000–2025): A BIBLIOMETRIC STUDY	97–98
Saniye Merve CENGİZ **Ahmet Fatih CENGİZ** **Gökhan ÇOBAN** **Emrah SOYLU** **Aslıgül ÇELİKER**	TREATMENT OF HYPERDIVERGENT SKELETAL CLASS III MALOCCLUSION WITH COMBINED ORTHODONTIC-ORTHOGNATHIC SURGERY: A CASE REPORT	99–108
Saniye Merve CENGİZ **Ahmet Fatih CENGİZ** **Eren AKTEPE**	ORTHODONTIC TREATMENT OF BIALVEOLAR PROTRUSION USING AN EN MASSE RETRACTION APPROACH: A CASE REPORT	109–118
Berrak ÇAKMAK **Tevhide SÖKMEN**	DISTRIBUTION OF MALOCCLUSION CHARACTERISTICS AND GENDER DIFFERENCES IN ADOLESCENTS SEEKING ORTHODONTIC TREATMENT	119–120
Alperen TEKIN	BEYOND ACCURACY: TRANSLATIONAL-READINESS SIGNALS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH IN DENTOMAXILLOFACIAL RADIOLOGY: A BIBLIOMETRIC AND ABSTRACT-LEVEL TEXT-MINING STUDY	121–122
Aayan Mustafa **Hina Zahoor** **Nasir Mustafa**	SUSTAINABLE DENTISTRY: TRANSFORMING ORAL HEALTHCARE FOR A GREENER FUTURE	123–135
Sema YAZICI AKBIYIK	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS IN THE REPAIR OF DIRECT COMPOSITE RESIN RESTORATIONS	136–137
Agah Abdullah KAHRAMANLAR	EVALUATION OF DENTISTS' KNOWLEDGE OF LOCAL ANESTHETIC SYSTEMIC TOXICITY	138–148
Buse SEMERCİ ARIKAN **Ayşegül ÖZTÜRK**	INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECTS OF FERULIC ACID ON A549 AND HCC827 LUNG CANCER CELLS	149–150
Şevval SAÇİK **Halil İbrahim AKBAY** **Hamit Hakan ALP**	HEMOGLOBIN VARIANTS IN METHEMOGLOBINEMIA AND CO-OXIMETRY DISCORDANCE: DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC APPROACH FROM Hb M TO Hb E	151–152

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Şevval SAÇİK Halil İbrahim AKBAY Hamit Hakan ALP	CO-OXIMETRY FAILURE ASSOCIATED WITH CONCURRENT METHEMOGLOBINEMIA AND HEMOGLOBIN E VARIANT: PREANALYTICAL OBSERVATION AND THERAPEUTIC IMPLICATIONS — A CASE REPORT	153–155
Nurcihan BİLTEKİN Mahmut ÜLGER Seda TEZCAN ÜLGER Gönül ASLAN	MOLECULAR ANALYSIS OF SECOND-LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG RESISTANCE IN MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS CLINICAL ISOLATES RESISTANT TO AT LEAST ONE FIRST-LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG	156–158
Mahmut ÜLGER Nurcihan BİLTEKİN Gönül ASLAN	SYNERGISTIC EFFECT OF BEDAQUILINE-LINEZOLID COMBINATION IN DRUG-RESISTANT MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS COMPLEX CLINICAL ISOLATES	159–160
Gökhan YILDIZ	EFFECTS OF LZTR1 ON PROLIFERATION AND CELL CYCLE IN HEP3B HEPATOCELLULAR CARCINOMA CELLS	161–162
Mehmet Tolga KAPLAN Adile AKPINAR	DETERMINATION OF PROTEIN VALUES OF MEALWORMS (TENEBRIO MOLITOR) FED ON DIFFERENT LEGUME FLOURS	163–167
HamidReza Sanati Mehdi norouzi Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini Mahsa Esmailzadeh Zahra Gholizadeh	AI-ASSISTED TELE-GENETIC COUNSELING IN HEREDITARY INFERTILITY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES	168–169
Zahra Gholizadeh Hamed Aghazadeh Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini	ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION IN STEM CELL THERAPY FOR PREMATURE OVARIAN INSUFFICIENCY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES	170–171
Zahra Gholizadeh Hamid Reza Sanati Fariba Amiri Fatemeh Sharifian Sara Sadat Mirhoseini Mahsa Esmailzadeh Hamed Aghazadeh	CRISPR-Cas9-MEDIATED GENE CORRECTION IN PATIENT-DERIVED iPSCs: CURRENT EVIDENCE AND CHALLENGES FOR CLINICAL TRANSLATION	172–173
Tengku Sri Wahyuni Inke Malahayati Lenny Nainggolan	AN OVERVIEW OF PREGNANT WOMEN'S SATISFACTION WITH THE IMPLEMENTATION OF PRENATAL CLASSES IN PEMATANGSIANTAR, NORTH SUMATERA	174
S.Benabdi M.Amani D.Boumendil	ASSOCIATION OF CELIAC DISEASE AND CEREBRAL VENOUS THROMBOSIS IN CHILDHOOD: CASE REPORT	175
Zhinzela Qyli	ESTIMATED BURDEN OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN ALBANIA: A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE	176
Dilara FADILOĞLU Ismail A. ELHATY	LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ENHANCE ADHERENCE TO COMBINED MEDICAL NUTRITION THERAPY AND HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING PROTOCOLS IN METABOLIC CARE	177–179
Yeşim MUTLU Ceren ŞARAHMAN KAHRAMAN	GUT MICROBIOTA IN POLYENDOCRINE METABOLIC OVARIAN SYNDROME (PMOS): A CURRENT PERSPECTIVE ON PATHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS AND NUTRITIONAL APPROACHES	180–200
Elif Tuğba ÇİLİNGİR	THE RELATIONSHIP BETWEEN WORK-RELATED STRESS AND NUTRITIONAL BEHAVIORS/ATTITUDES AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW	201–209
Büşra AÇIKALIN GÖKTÜRK Fatma KILIÇ	EVALUATION OF UNIVERSITY CAFETERIA MENUS GENERATED BY AN AI CHATBOT: THE CHATGPT EXAMPLE	210–219

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Duygu TOZCU YILMAZ	POSTPROCEDURAL CHANGE IN THE HIGH-SENSITIVITY C-REACTIVE PROTEIN/HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL RATIO IN PATIENTS WITH STABLE CORONARY ARTERY DISEASE UNDERGOING ELECTIVE PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION: PRELIMINARY FINDINGS	220–221
Yavuzkan PAKSOY Duygu ARSLAN Ali Ekber ÜN	THE SENSE OF HEARING AND THE IMPORTANCE OF EAR POSITIONS IN ASSESSING BEHAVIORAL STATE IN HORSES	222–226
Gözde OKBURAN İrem YORGANCI	DOES CURCUMIN SUPPLEMENTATION ALTER BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT AND OBESE INDIVIDUALS? A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL	227–228
Burcu DEMİRCAN	EDUCATIONAL INTERVENTIONS TO IMPROVE CLINICAL DECISION-MAKING AND CLINICAL JUDGMENT IN NURSING STUDENTS: CURRENT EVIDENCE FROM SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES	229–230
Sümeyra YILMAZ Aleyna ÖZKAN Nilay AYAZ	THE MEDIATING ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY IN THE RELATIONSHIP BETWEEN E-HEALTH LITERACY AND CYBERCHONDRIA AMONG NURSING STUDENTS	231–233
Nur IĞNAK Meltem KÜRTÜNCÜ	CHILD-FRIENDLY CARE PRACTICES IN PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENTS: A REVIEW OF CURRENT LITERATURE	234–236
Meral ÇIKAR Meltem KÜRTÜNCÜ	PSYCHOLOGICAL ADJUSTMENT AND COPING STRATEGIES IN FOOD ALLERGY: A REVIEW OF THE LITERATURE ON CHILDREN, ADOLESCENTS, AND PARENT	237–239
Emine CİNCİOĞLU Gülgün DURAT	THE EFFECT OF CLINICAL PRACTICE ON NURSING STUDENTS' PSYCHOSOCIAL CARE COMPETENCE: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY	240–241
Sinan AYDOĞAN	THE ROLE OF CHATBOTS IN NURSING EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW	242–243
Gönül KARADENİZ Özlem DOĞU	NON-PHARMACOLOGICAL APPROACHES IN PREPARATION FOR COLONOSCOPY: REVIEW	244–258
Adem ÖZCAN	IS PERINEURAL INVASION INDEPENDENTLY ASSOCIATED WITH LOCAL RECURRENCE IN NONMETASTATIC INVASIVE BREAST CANCER?	259–265
Yunushan Furkan AYDOĞDU	THE RELATIONSHIP BETWEEN PREOPERATIVE SERUM LACTATE LEVEL AND POSTOPERATIVE OUTCOMES IN PATIENTS WITH PERFORATED PEPTIC ULCER	266–268
Fatih TÜRKOĞLU Hüseyin YILMAZ	ROBOTIC RIGHT HEMICOLECTOMY DOES NOT INCREASE THE RISK OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS: A MATCHED COMPARATIVE ANALYSIS	269–270
Nureddin YÜZKAT	EFFECT OF MENSTRUAL CYCLE PHASE ON RECOVERY AND COGNİTİVE FUNCTİON AFTER GENERAL ANESTHESİA: A PROSPECTİVE OBSERVATİONAL COMPARATİVE STUDY	271–272
Hülya TOSUN SÖNER	ULTRASOUND-GUIDED SERRATUS POSTERIOR SUPERIOR INTERCOSTAL PLANE BLOCK FOR PORT CATHETER IMPLANTATION: A CASE REPORT	273
Hamit Başaran Merve Serarslan Hasan Tahsin Çevik	THE ROLE OF RADIOTHERAPY DURING CDK4/6 INHIBITOR TREATMENT: PFS AND OS ANALYSIS IN A RETROSPECTIVE PATIENT COHORT WITH METASTATIC HR+/HER2− BREAST CANCER	274–280
İlyas TURAN	SECONDARY CYTOREDUCTIVE SURGERY AND HIPEC IN PLATINUM-RESISTANT RECURRENT HIGH-GRADE SEROUS TUBAL CARCINOMA: A CASE REPORT	281–282

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Ramazan ÇINAR **Kenan YILDIZHAN**	TRP CHANNELS AND CLINICAL IMPLICATIONS: A HUMAN EVIDENCE MAP FROM CHANNELOPATHIES TO TARGETED THERAPIES	283
Güzide ŞATIR-BAŞARAN **Melisa ALBAYRAK** **Seher Berna KIRDÖK-TANŞU**	INVESTIGATIONS OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF TREN-BASED NANOMATERIALS ON HUMAN BREAST CANCER	284–285
Filiz Beyza EKİNCİ **Müge Gülcihan ÖNAL** **Ömer ÖNAL** **Merve BAŞAR** **Sema ÇIKIN** **Yağmur ÖZKARA** **Dilek BAHAR** **Armağan AKKUŞ**	EVALUATION OF LIQUID BIOPSY-BASED MOLECULAR PROFILING OF METASTASIS-ASSOCIATED LONG NON-CODING RNAS IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER	286–288
Cihat ÖZTÜRK	INVESTIGATION OF NASAL STAPHYLOCOCCUS AUREUS CARRIAGE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE PROFILES AMONG HEALTHCARE WORKERS	289–290
Minazer DOĞAN **Fatma CEVAHİR** **Reyhan BAYRAM** **Bahar GÜNDOĞDU** **Beyza KARAK** **Serdar SEZER** **Ayşe NACAR** **Zehra KALAYCI** **Yasemin TOZOĞLU** **Gökçe ÖZKAN** **Sona NAMVAR KOHAN** **Dilara ÇANKAYA** **Fatma Zehra ÖZTAŞ** **Özgür KURT**	COMPARISON OF DIRECT MICROSCOPY, CONCENTRATION, AND STAINING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF INTESTINAL PARASITES	291–294
Valmira Abilaliaj	COMPARISON OF POST-OPERATIVE OUTCOMES BETWEEN OPEN AND LAPAROSCOPIC APPROACHES IN COLON CANCER SURGERY: A RETROSPECTIVE CASE SERIES	295
Xhesika Xhetani **Fatmir Bilaj**	THE ROLE OF ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING IN ASSESSING THERAPEUTIC RESPONSE TO TRANSARTERIAL CHEMOEMBOLIZATION IN HEPATOCELLULAR CARCINOMA: A NARRATIVE REVIEW	296
Behar TOÇİLLA **Donjeta BALI**	MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN PEDIATRIC LYMPHOMA	297–304
Aldo Shpuza	PHYSICAL INACTIVITY AND CUMULATIVE CARDIOVASCULAR RISK-FACTOR BURDEN AMONG PRIMARY HEALTHCARE USERS IN A CENTRAL REGION OF ALBANIA	305
Aldo Shpuza	CARDIOVASCULAR RISK PROFILE AND SOCIODEMOGRAPHIC CORRELATES OF PHYSICAL INACTIVITY AMONG ADULTS IN TIRANA, ALBANIA	306
Erten AKBEL **İbrahim BULDUK**	EFFECTIVE PHOSPHATE REMOVAL FROM AQUEOUS ENVIRONMENTS USING BIOCHAR PRODUCED FROM BANANA PEELS	307–322
İbrahim BULDUK **Erten AKBEL**	ADSORPTION OF BISPHENOL A USING ORANGE PEEL-DERIVED BIOCHAR: KINETIC AND ISOTHERM STUDIES	323–335
Sevim Burcu ALAC **Sibel BOZGEYİK-BAĞDATLI**	COMPARISON OF QUADRICEPS MUSCLE VISCOELASTIC PROPERTIES AND POSTURAL CONTROL IN FEMALE GYMNASTS WITH AGE-MATCHED SEDENTARY CHILDREN	336–337
Muhammet Ayhan ORAL **Mert Can ŞAHİN**	ACUTE EFFECTS OF VIRTUAL REALITY EXPOSURE ON LOWER EXTREMITY DYNAMIC BALANCE IN HEALTHY INDIVIDUALS	338–343

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Cemal POLAT	THE EFFECTS OF YOGA EXERCISES ON LOWER AND UPPER LIMB FLEXİBİLİTY IN OLDER ADULT WOMEN: AN EXPERIMENTAL STUDY	344–345
Kamile ÖNER	THE EFFECTS OF CLIMATE ANXIETY ON MENTAL HEALTH IN YOUNG ADULTS: A QUALITATIVE STUDY	346–347
Mehtap SARIOĞLU **Sümeyye ŞİMŞEK**	ALEXITHYMIA, GRIEF RESPONSES, AND ADDICTION SEVERITY IN INPATIENTS WITH ALCOHOL AND PSYCHOACTIVE SUBSTANCE USE DISORDERS: A CROSS-SECTIONAL STUDY	348–363
Uğur TEKEOĞLU **Bekir GÖKÇE**	INVESTIGATION OF SOCIODEMOGRAPHIC VARIABLES ASSOCIATED WITH INTERNET GAMING DISORDER IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS	364–365
Pınar GÜNGÖR KETENCİ	FUTURE HEALTH SYSTEMS IN AN AGEING SOCIETY: TÜRKİYE'S READINESS FOR EMERGING TECHNOLOGIES AND HEALTHCARE MANAGEMENT APPROACHES	366–367
Yavuz Selim KÜÇÜK	AN ANALYSIS OF REGIONAL VARIATIONS IN LIFE EXPECTANCY AT BIRTH AND THE IMPACT OF THE PANDEMIC IN TURKEY	368–379
Özgül ÖZKOÇ	IS TÜRKIYE PREPARED FOR POPULATION AGING? A SWOT ANALYSIS OF THE HEALTHCARE SYSTEM AMID DEMOGRAPHIC TRANSITION	380–381
Mevlüt Okan AYDIN	THE IMPACT OF GAMIFIED ONLINE PBL USING GATHER.TOWN ON STUDENT ENGAGEMENT AND LEARNING EXPERIENCES	382–383
Muhammet DAMAR **İbrahim YÜKSEL** **Melih TAKYACİ**	BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGY AS A DECISION SUPPORT TOOL FOR HOSPITAL QUALITY MANAGEMENT PROCESSES: A CASE STUDY	384–401
Muhammet DAMAR **İbrahim YÜKSEL** **Melih TAKYACİ**	THE USE OF LARGE LANGUAGE MODELS IN HOSPITAL MANAGEMENT PROCESSES: A LITERATURE REVIEW AND A CASE APPLICATION	402–408
Esma Nur YILMAZ **Gülyeter ERDOĞAN YÜCE**	DETERMINING CHRONIC DISEASE SELF-MANAGEMENT AND GLAUCOMA-RELATED QUALITY OF LIFE IN GLAUCOMA PATIENTS	409–410
Melis YAĞDIRAN	GUIDELINE CONCORDANCE OF FREE-TIER LARGE LANGUAGE MODELS IN ADULT ANAPHYLAXIS: A BLINDED COMPARATIVE EVALUATION	411–412
Furkan YILMAZ	ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT: DO THEY REALLY IMPROVE CLINICAL OUTCOMES?	413–414
Özcan SENMEVSİM **Filiz HATİPOĞLU**	PREDICTION OF PATHOLOGIC COMPLETE RESPONSE IN BREAST CANCER PATIENTS UNDERGOING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY USING BASELINE ^{18}F-FDG PET/CT-DERIVED CT RADIOMICS AND CLINICOPATHOLOGICAL BIOMARKERS	415–416
Filiz HATİPOĞLU	THE RELATIONSHIP BETWEEN CLINICOPATHOLOGICAL FEATURES AND RESPONSE TO RADIOACTIVE IODINE THERAPY IN DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA	417–418
Demet DOĞAN	PREVALENCE AND REPORTING RATE OF INCIDENTAL CORONARY ARTERY CALCIFICATION ON NON-CONTRAST CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY EXAMINATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT	419–420
Ercan AYAZ **E. Nazlı HAYIRLI OZYOL** **Filiz YILMAZ** **Bayram YILMAZ**	EFFECT OF LIPOXIN-A4 ON OVARIAN HYPERSTIMULATION SYNDROME IN RATS	421–423
Dilara KEKLİK	EXPERIENCES OF PEDIATRIC NURSES REGARDING MEDICATION SAFETY AND ASEPTIC PRACTICES: A PHENOMENOLOGICAL STUDY	424–425

AUTHORS	TOPIC TITLE	PAGE
Elif Tuğçe GÜNER	MICROBIOLOGICAL PROFILE OF SPUTUM CULTURES IN CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS	426–428
Asuman ASLAN KARA	OCCUPATIONAL CHEMICAL EYE INJURIES: A CONTEMPORARY APPROACH TO A PREVENTABLE OCCUPATIONAL ACCIDENT	429–434
Emine SARMAN **Halil AŞÇI** **Selçuk ÇÖMLEKÇİ**	HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF THE EFFECTS OF 27.12 MHZ RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ON RAT OVARIAN TISSUE	435
Halil İlber SARITEKE **Yusuf Ali ODABAŞI** **Tuğba KARAMAN MERCAN** **Songül ARABUL** **Güngör KARAGÜZEL** **Esma KIRIMLIOĞLU**	ANALYSIS OF THE EXPRESSION PATTERN OF GRP78 PROTEIN IN NEPHRECTOMY MODELS CREATED IN JUVENILE AND ADULT STAGES	436–438

VÜCUT KİTLE İNDEKSİ ARTİŞİNİN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE POSTÜR SİMETRİSİ VE STATİK DENGE ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF INCREASED BODY MASS INDEX ON POSTURAL SYMMETRY AND STATIC BALANCE IN UNIVERSITY STUDENTS

Prof. Dr. Şahin AHMEDOV

Altınbaş Kıbrıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Lefkoşa, KKTC

ÖZET

Giriş: Kas-iskelet sistemi ağrılarının önemli bir kısmı, doğrudan yaralanmalardan ziyade, genç yaşlarda gelişen kas dengesizlikleri ve duruş bozuklukları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Modern yaşam tarzı, artan ekran başında geçirilen süre, araç kullanımı, fast food tüketimi ve düzenli fiziksel aktivite eksikliğiyle birlikte gençlerin fiziksel sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Araştırmalar, duruş bozukluklarının toplumda yaygın ve ciddi bir sağlık sorunu olduğunu göstermektedir. Vücut postüründeki bozulmalar nedeniyle, okullarda postür tarama programlarının erken teşhis için uygulanması önerilmektedir. Bu araştırmanın amacı, üniversite çağındaki gençlerde postürün statik denge ve vücut yapısıyla ilişkili olup olmadığını incelemektir.

Yöntem: Çalışmaya, rastgele seçilen 25 üniversite öğrencisi (16 kadın, 9 erkek; ortalama yaş 22.16 ± 3.46) dahil edilmiştir. Katılımcıların sagittal ve frontal düzlemlerdeki postür özellikleri APECS yazılımı ile değerlendirilmiş, ardından özel olarak tasarlanmış bir denge platformunda statik denge performansları ölçülmüştür. Elde edilen veriler Excel programında analiz edilmiştir.

Bulgular: Katılımcıların %24'sinin vücut dikey hattı ideal eksenle uyumlu ya da yalnızca minimal sapma göstermiştir. Kalan %76'ünde ise frontal, sagittal veya her iki düzlemde de duruş bozukluğu saptanmıştır. Sagittal düzlemdeki sapmalar vücut kitle indeksi (VKİ) ile ilişkili bulunmazken, frontal düzlemdeki kaymalar VKİ ile anlamlı düzeyde ilişkilidir ($r = 0.46$). Ayrıca, VKİ arttıkça postür sabitlik indeksi düşmüş ($r = -0.64$), yani statik denge kapasitesi azalmıştır. Bulgular, VKİ'nin hem postür hem de denge üzerinde bağımsız ve olumsuz etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç: Üniversite öğrencilerinde VKİ artışı postür simetrisini ve statik dengeyi bozmakta, bu durum ilerleyen yaşlarda ciddi kas-iskelet sistemi sorunlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, benzer çalışmaların okul çağındaki çocuklarda da yürütülmesi, problemin erken dönemde anlaşılmasını ve etkili önleyici stratejiler geliştirilmesini sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: postür, vücut kitle indeksi (VKİ), statik denge, kas-iskelet sistemi, üniversite öğrencileri.

ABSTRACT

Introduction: A significant proportion of musculoskeletal pain arises not from direct injuries, but from muscle imbalances and postural disorders developed at young ages. Modern lifestyles, characterized by increased screen time, vehicle use, fast food

consumption, and a lack of regular physical activity, negatively impact the physical health of young people. Research indicates that postural disorders are a prevalent and serious public health problem. Due to deteriorating posture, the implementation of postural screening programs in schools is recommended for early detection. The aim of this study is to investigate whether posture in university-aged young adults is related to static balance and body composition.

Methods: This study included 25 randomly selected university students (16 females, 9 males; mean age 22.16 ± 3.46). Participants' postural characteristics in the sagittal and frontal planes were evaluated using the APECS software, and their static balance performance was measured on a specially designed balance platform. The data were analyzed using Excel software.

Results: In 24% of participants, the body's vertical axis was aligned withihe ideal axis or showed only minimal deviation. In the remaining 76%, postural disorders were detected in the frontal, sagittal, or both planes. Deviations in the sagittal plane were unrelated to body mass index (BMI), while shifts in the frontal plane were significantly associated with BMI ($r = 0.46$). Furthermore, as BMI increased, the postural stability index decreased ($r = -0.64$), indicating reduced static balance capacity. These findings demonstrate that BMI independently negatively affects both posture and balance.

Conclusion: Increased BMI among university students disrupts postural symmetry and static balance, increasing the risk of serious musculoskeletal problems in later life. Therefore, conducting similar studies among the young population would allow for a better understanding of the early development of the problem and the formulation of effective preventive strategies.

Keywords: posture, body mass index (BMI), static balance, musculoskeletal system, university students.

GİRİŞ

Kas-iskelet sistemi sorunları, bireyin fiziksel işlevselliğini, yaşam kalitesini ve günlük yaşam aktivitelerine katılımını olumsuz etkileyen önemli sağlık problemleri arasında yer almaktadır. Bu sorunların ortaya çıkmasında travma ve akut yaralanmaların yanı sıra, uzun süre devam eden postüral bozukluklar, kas dengesizlikleri, fiziksel aktivite yetersizliği ve vücut kompozisyonundaki değişiklikler de önemli rol oynamaktadır. Özellikle genç yetişkinlik dönemi, bireyin eğitim, çalışma ve sosyal yaşamındaki değişikliklerle birlikte sedanter davranışların artabildiği ve fiziksel aktivitenin azalabildiği bir dönemdir. Günümüzde bilgisayar, tablet ve akıllı telefon kullanımının yaygınlaşması, uzun süreli oturma ve ekran karşısında geçirilen zamanın artması, gençlerde hareket davranışlarının değişmesine neden olmaktadır. Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan güncel çalışmalar da ekran ve oturma süresi ile kas-iskelet sistemi ağrıları arasında ilişki bulunabileceğini göstermektedir [1].

Sedanter yaşam tarzı yalnızca kas-iskelet sistemi sağlığı açısından değil, aynı zamanda vücut ağırlığı ve metabolik sağlık açısından da önemli bir risk faktörüdür. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre fiziksel aktivite yetersizliği ve sedanter davranışların yaygınlaşması, vücut yağlanmasının artmasına katkıda bulunurken; düzenli fiziksel aktivite vücut yağının kontrolü, fiziksel uygunluk ve genel sağlık açısından önemli yararlar sağlamaktadır [2,3]. Vücut ağırlığının boy uzunluğuna göre değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan Vücut Kitle İndeksi (VKİ), kilogram cinsinden vücut ağırlığının metre cinsinden boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle elde edilmektedir. Yetişkinlerde VKİ'nin 25 kg/m² ve

üzerinde olması fazla kilolu, 30 kg/m² ve üzerinde olması ise obezite olarak tanımlanmaktadır [4]. Bununla birlikte VKİ'nin vücut yağ dağılımını ve kas-kemik kütlesini doğrudan göstermeyen bir ölçüm olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Vücut ağırlığındaki artışın postüral sistem üzerinde oluşturduğu mekanik yük, ağırlık merkezinin konumunu ve vücudun dengede kalabilmek için kullandığı stratejileri değiştirebilir. Özellikle abdominal bölgede yağlanmanın artması, pelvis ve omurga hizalanmasında değişikliklere ve buna bağlı olarak postüral kontrolün etkilenmesine neden olabilir. Genç yetişkinlerde yapılan bir çalışmada obez bireylerde anterior pelvik tilt açısının daha yüksek olduğu ve özellikle görsel girdinin sınırlandığı koşullarda postüral stabilitenin azaldığı bildirilmiştir [5]. Benzer şekilde, sistematik derlemelerde fazla kilolu veya obez bireylerde plantar duyarlılık ve postüral stabilitenin olumsuz yönde etkilenebileceğine ilişkin bulgular ortaya konmuştur [6].

Postür, vücudun farklı segmentlerinin birbirleriyle olan hizalanmasını ve yerçekimine karşı dengeli biçimde konumlanmasını ifade eder. Postüral simetrinin bozulması, yük dağılımında asimetrilere ve bazı kas gruplarında aşırı kullanım veya yetersiz aktivasyona yol açabilir. Bununla birlikte, VKİ ile postür arasındaki ilişki her yaş grubunda ve her bireyde aynı şekilde ortaya çıkmayabilir. Nitekim üniversite öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen yakın tarihli bir çalışmada VKİ ile postür değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, kas kısalıkları ve cinsiyetin postür üzerinde daha belirgin etkiler oluşturduğu bildirilmiştir [7]. Bu durum, genç yetişkinlerde postürün yalnızca vücut ağırlığıyla değil, kas uzunluğu, fiziksel aktivite düzeyi, cinsiyet ve günlük yaşam alışkanlıkları gibi çok sayıda faktörle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Statik denge ise bireyin sabit bir pozisyonda vücudunun ağırlık merkezini destek yüzeyi içerisinde kontrol edebilme yeteneğidir ve postüral kontrol sisteminin önemli bir bileşenidir. VKİ ile postüral kontrol arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda, vücut ağırlığındaki artışın denge performansını etkileyebileceğine ilişkin bulgular bulunmakla birlikte, sonuçlar kullanılan değerlendirme yöntemi ve bireysel özelliklere göre değişebilmektedir [5,8]. Bu nedenle üniversite çağındaki genç yetişkinlerde VKİ artışının yalnızca postüral hizalanma açısından değil, postür simetrisi ve statik denge ile birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinde VKİ artışının **postür simetrisi ve statik denge** üzerindeki etkisini incelemek ve vücut yapısı ile postüral kontrol arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Elde edilecek sonuçların, genç yetişkinlerde postüral problemlerin ve denge değişikliklerinin erken dönemde belirlenmesine, riskli bireylerin tanımlanmasına ve koruyucu fizyoterapi yaklaşımlarının planlanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Etik kurul onayının alınmasının ardından **çalışmaya gönüllü olarak katılan 25 üniversite öğrencisi** katılmıştır. Söz konusu bireylerin çalışmaya katılmayı kabul ettiklerine ilişkin aydınlatılmış onam formu alınmıştır. Katılımcıların 16'sı kadın, 9'u erkek olup yaş ortalamaları 22.16 ± 3.46 yıldır.

Katılımcıların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları ölçüldükten sonra postüral özellikleri değerlendirilmiştir. Postür değerlendirmesi sagittal ve frontal planlarda gerçekleştirilmiş ve vücudun dikey hattının (plumb line), ideal dikey referans hattından sapma derecesi temel alınmıştır. Postür analizleri APECS uygulaması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Vücudun

dikey hattının ideal dikey referans hattıyla tam olarak örtüşmesi veya ideal referans hattından en fazla 1° sapma göstermesi normal postüral hizalanma olarak kabul edilmiştir.

Postür değerlendirmesinin ardından katılımcıların statik denge performansları, Tümer Mühendislik TC Kurumu tarafından tasarlanan denge platformu kullanılarak nicel olarak değerlendirilmiştir. Ölçümler sırasında katılımcılardan yalın ayak, rahat ve doğal bir pozisyonda, gözler açık ve gözler kapalı koşullarda ayrı ayrı 1 dakika boyunca platform üzerinde durmaları istenmiştir.

Kullanılan denge platformu üç farklı statik denge parametresinin ölçülmesine olanak sağlamaktadır. İlk parametre olan **Postural Stabilite İndeks (PSİ)**, 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. PSE puanının yüksek olması, bireyin statik denge performansının daha iyi olduğunu göstermektedir. İkinci parametre olan **sagittal plandaki salınım mesafesi (sway distance)**, santimetre cinsinden ölçülerek bireyin anteroposterior yöndeki postüral salınım düzeyini göstermektedir. Bu değerin yüksek olması, anteroposterior yöndeki postüral instabilitenin arttığını ifade etmektedir. Üçüncü parametre olan **frontal plandaki salınım mesafesi (sway distance)** ise santimetre cinsinden ölçülerek bireyin mediolateral yöndeki postüral salınım düzeyini göstermektedir. Bu değerin yüksek olması, mediolateral yöndeki postüral instabilitenin arttığını göstermektedir.

İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi ve korelasyon sınırı $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Katılımcıların yaş ve antropometrik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı bulgular Tablo 1'de sunulmuştur. Katılımcıların statik denge performansları, gözler açık ve gözler kapalı koşullarda statik denge platformu kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında elde edilen Postural Stabilite İndeksi (PSİ), ön-arka (antero-posterior) salınım mesafesi (cm) ve sağ-sol (medio-lateral) salınım mesafesi (cm) değerleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığına ilişkin ortalama ± standart sapma değerleri.

Sayı	Yaş	Boy, m	Ağırlık, kg	Vücut Kitle İndeksi,kg/m^2
N = 25	22.16 ± 3.46	1.68 ± 0.09	64.28 ± 13.71	22.55 ± 3.69

Tablo 2. Katılımcıların gözler açık ve gözler kapalı koşullarda ölçülen Postural Stabilite İndeksi (PSİ), ön-arka (antero-posterior) ve sağ-sol (medio-lateral) salınım mesafelerine ilişkin değerleri.

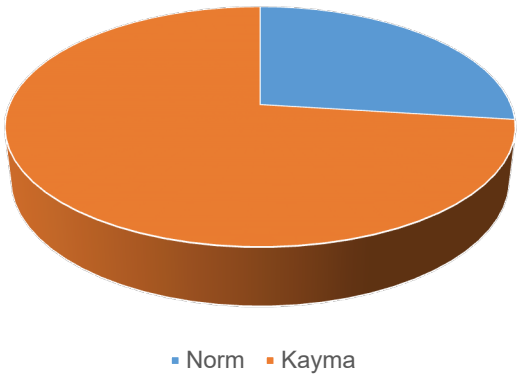
Postural Stabilite İndeksi/100		Ön-arka salınım mesafesi, cm		Sağ-sol salınım mesafesi,cm	
Göz açık	**Göz kapalı**	**Göz açık**	**Göz kapalı**	**Göz açık**	**Göz kapalı**
92.63±3.13	90.34±5.87	0.71±0.41*	1.01±0.74*	0.77±0.33	0.90±0.55

*** – p < 0.05**

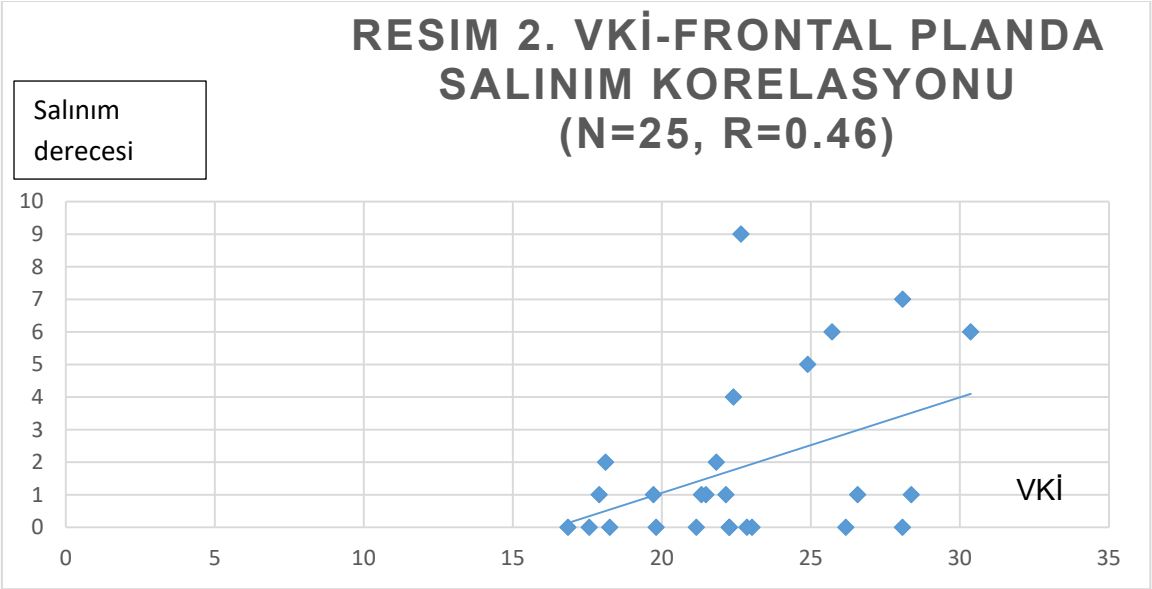
Vücut dikey hattının (*plumb line*) ideal dikey referans hattıyla tam olarak örtüşmesi veya ideal hattan yalnızca **1° sapma göstermesi**, katılımcıların **%24'ünde (6 kişi)** gözlemlenmiştir.

Katılımcıların geri kalanında ise vücut dikey hattının ideal referans hattından **frontal, sagittal veya her iki planda** farklı derecelerde sapma gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, örneklem grubunun önemli bir bölümünde postüral hizalanmanın ideal dikey referans hattıyla tam olarak uyumlu olmadığını göstermektedir (Resim 1).

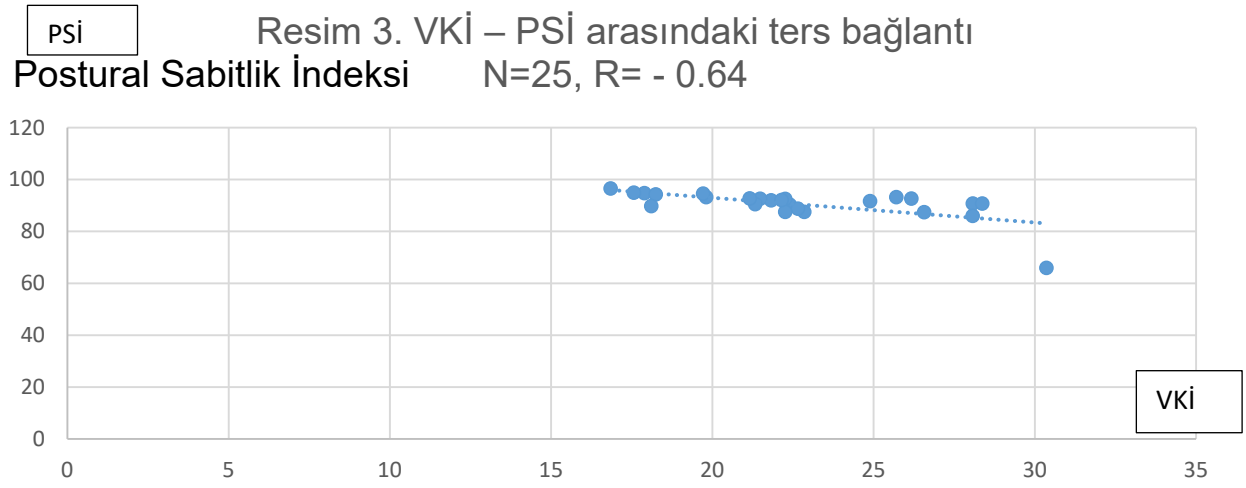
Resim 1. Postür değerlendermesinin genel sonucu
N=25



Sagittal plandaki (ön-arka yönündeki) postüral sapma derecesi ile vücut kitle indeksi (VKİ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Buna karşın, frontal plandaki (sağ-sol yönündeki) postüral sapma derecesi ile VKİ arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (R = 0,46). Buna göre, VKİ arttıkça vücudun normal dikey hattan (plumb line) frontal plandaki sapma derecesinin de arttığı görülmüştür. Bu bulgu, vücut ağırlığındaki artışın özellikle frontal plandaki postüral hizalanma üzerinde daha belirgin bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir (Resim 2). Bu sonuç, artan VKİ'nin vücudun ağırlık merkezinin ve postüral yük dağılımının frontal düzlemde değişmesine bağlı olarak postüral hizalanmayı olumsuz yönde etkileyebileceğini düşündürmektedir. Özellikle frontal plandaki sapmanın VKİ ile ilişkili olması, vücut kütlesindeki artışın sağ-sol yönündeki postüral kontrol mekanizmaları üzerinde daha belirgin bir yük oluşturabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, ilişkinin orta düzeyde olması, postüral hizalanmanın yalnızca VKİ ile değil, bireysel antropometrik özellikler, kas kuvveti ve postüral kontrol gibi farklı faktörlerle de şekillenebileceğini göstermektedir.



Ayrıca, katılımcıların vücut kitle indeksi (VKİ) arttıkça, denge platformu üzerinde değerlendirilen statik denge performansının, yani Postüral Stabilite İndeksi'nin (PSİ), azaldığı gözlemlenmiştir (Resim 3, r = -0.64). Bu bulgu, artan vücut kütlesinin postüral kontrol mekanizmalarını olumsuz etkileyerek statik denge performansında bozulmaya yol açabileceğini düşündürmektedir. Özellikle artan vücut kütlesinin vücudun ağırlık merkezinin kontrolünü zorlaştırması ve postüral salınımların düzenlenmesinde ek bir yük oluşturması, bu ilişkinin olası nedenleri arasında değerlendirilebilir. Dolayısıyla, yüksek VKİ'nin yalnızca postüral hizalanmayı değil, aynı zamanda statik dengeyi sürdürme kapasitesini de olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir.



Araştırma sonucunun incelenmesi ayrıca antero-posterior dengenin denge platformunda gözü kapalı duruşların istatistiksel olarak gözü açık duruşa göre daha dengesiz olduğu saptanmış (1.01±0.74cm 'gözler kapalı'pozisyonda, 0.72±0.41cm 'gözler açık' pozisyona karşı, paired t-test, $p<0.05$). Oysa benzer hesaplama medio-lateral dengesinde herhangi bir gözü açık-gözü kapalı duruş farkı saptanmamıştır.

TARTIŞMA

APECS uygulaması ile değerlendirilen katılımcıların büyük çoğunluğunda (%76) duruş bozukluğu saptanmıştır. Bununla birlikte, duruş bozukluğunun varlığının statik denge göstergeleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bu bulgu, postüral hizalanma ile statik dengenin her zaman doğrudan ilişkili olmayabileceğini düşündüren çalışmalarla uyumludur. Nitekim Topal ve ark. (2026), postürün APECS ile ve statik dengenin bir ölçekle ile değerlendirildiği çalışmalarında, postürde iyileşme sağlanmasına rağmen statik denge göstergelerinde anlamlı bir değişiklik olmadığını bildirmiştir.(9) Buna karşılık, Lee (2016), ileri baş pozisyonu bulunan bireylerde statik denge kontrolünün kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde bozulduğunu göstermiştir.(10) Bu farklı sonuçlar, çalışmalarda değerlendirilen postüral bozukluğun türü, postür ve denge değerlendirmesinde kullanılan ölçüm yöntemleri ile örneklem özelliklerindeki metodolojik farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Postür Stabilite İndeksi ile vücut kütle indeksi (VKİ) arasında negatif yönde güçlü bir ilişki bulunmuştur ($r = -0,64$). Buna göre, VKİ arttıkça statik denge performansının azaldığı belirlenmiştir. Bu bulgu, VKİ artışının postüral kontrol ve statik denge performansında bozulma ile ilişkili olduğunu gösteren önceki çalışmalarla uyumludur. Greve ve ark. (2007), VKİ ile postüral denge arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, VKİ arttıkça postüral denge performansının olumsuz etkilendiğini ve özellikle obez bireylerde denge kontrolünün daha zayıf olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde,(11) Yin ve ark. (2021), 1.398 katılımcıyı içeren çalışmalarında, VKİ ile statik postüral kontrol parametreleri arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu ve daha yüksek VKİ değerlerinin özellikle gözler kapalı koşullarda daha fazla postüral instabilite ile ilişkili olduğunu göstermiştir.(12) Bu sonuçlar, mevcut çalışmada VKİ ile Postür Stabilite İndeksi arasında saptanan güçlü negatif ilişkinin, artan vücut kütlesinin postüral kontrolü olumsuz etkileyebileceği yönündeki literatür bulgularını desteklediğini düşündürmektedir.

VKİ'nin frontal düzlemdeki postüral hizalanma ile de ilişkili olduğu görülmüştür. Katılımcıların VKİ'sindeki artışla birlikte, vücudun frontal dikey hattının ideal dikey orta hattan sapma düzeyinin arttığı saptanmıştır ($r = 0,46$). Bu bulgu, artan VKİ'nin frontal düzlemde postüral hizalanmanın bozulmasıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Obezitenin vücut geometrisini ve kütle dağılımını değiştirdiği, bunun da postüral kontrol üzerinde biyomekanik sonuçlar doğurabileceği daha önce de gösterilmiştir. Menegoni ve ark. (2009), obez bireylerde vücut ağırlığındaki artışın postüral stabiliteyi etkilediğini ve özellikle mediolateral postüral kontrol parametrelerinde değişiklikler oluşturabildiğini bildirmiştir.(13)

VKİ yalnızca toplam vücut ağırlığını değil, vücut segmentlerinin ve özellikle gövde/pelvis çevresindeki yumuşak dokuların kütlesini de yansıtır. Artan kütle, vücut ağırlık merkezinin konumunu ve alt ekstremitelerin yük taşıma stratejisini değiştirebilir. Bu görüş, obezitenin spinopelvik mekanikler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarla da desteklenmektedir. Obezite ile spinopelvi hızalanma üzerine yapılan araştırmalarda, artan VKİ'nin pelvis ve lomber omurga parametrelerinde değişikliklerle ilişkili olduğu ve vücut kütlesindeki artışın postüral hizalanmayı korumaya yönelik kompansatuvar mekanizmaları etkileyebildiği gösterilmiştir.(14)

Vücut ağırlığındaki artışın sagittal düzlemde yarattığı mekanik değişiklikler, pelvis ve omurga tarafından belirli ölçüde kompanse edilebilir. Nitekim obezite ile spinopelvik hizalanma arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, özellikle pelvis ve lomber omurga düzeyinde kompansatuvar değişiklikler olduğunu göstermektedir. Jalai ve ark. (2017), obez

bireylerin sagittal malalignment karşısında obez olmayan bireylerden farklı kompansatuvar stratejiler kullandığını; artan VKİ'nin alt ekstremite kompansasyonları ve global hizalanma parametreleri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, artan vücut kütlesinin yalnızca tek bir anatomik segmenti değil, pelvis, alt ekstremiteler ve omurgayı içeren bütüncül bir postüral yanıtı etkileyebileceğini düşündürmektedir.(15)

Araştırma sonucunun incelenmesi ayrıca antero-posterior dengenin denge platformunda gözü kapalı duruşların istatistiksel olarak gözü açık duruşa göre daha dengesiz olduğu saptanmış (1.01±0.74cm "gözler kapalı" pozisyonda, 0.71±0.41cm "gözler açık" pozisyona karşı, paired t-test, $p<0.05$). Oysa benzer hesaplama medio-lateral dengesinde herhangi bir gözü açık-gözü kapalı duruş farkı saptanmamıştır. Gözlerin kapatılmasıyla anteroposterior denge performansının anlamlı olarak bozulması, AP düzlemindeki postüral kontrolün görsel girdiye daha duyarlı olduğunu ve görsel girdinin yokluğunda proprioseptif ve vestibüler girdilerin postüral stabiliteyi sürdürmedeki rolünün arttığını düşündürmektedir. Buna karşın, mediolateral denge performansında gözler açık ve kapalı koşullar arasında anlamlı fark bulunmaması, bu düzlemde postüral kontrolün görsel girdiye daha az bağımlı olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, frontal düzlemdeki postüral sapmanın VKİ ile anlamlı korelasyon göstermesi, mediolateral postüral hizalanmanın duyusal girdilerden ziyade vücut kütlesi, yük dağılımı ve lumbopelvik-alt ekstremite biyomekaniği gibi mekanik faktörlere daha duyarlı olabileceğine işaret etmektedir.

SONUÇ

Genel olarak, VKİ'nin postüral hizalanma ve statik denge açısından dikkate alınması gereken önemli bir bireysel özellik olduğu sonucuna varılmıştır. Artan VKİ'nin, vücut kütlesinin dağılımı ve ağırlık merkezindeki değişimler aracılığıyla postüral hizalanmayı olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, postüral hizalanmadaki değişikliklerin statik denge performansına her zaman doğrudan yansımadığı ve bireylerin kompansatuvar postüral kontrol mekanizmaları geliştirebileceği görülmektedir. Bu nedenle, postüral değerlendirmelerde yalnızca hizalanma parametrelerinin değil, bireyin vücut kompozisyonu ve VKİ gibi biyomekanik özelliklerinin de birlikte ele alınması önem taşımaktadır. Elde edilen bulgular, özellikle yüksek VKİ'ye sahip bireylerde postüral hizalanma ve denge değerlendirmelerinin bütüncül bir yaklaşımla yapılmasının klinik açıdan yararlı olabileceğine işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bayraktar EE, Mohammadzadeh M. Screen Time, Sitting Time, Physical Activity, and Multisite Musculoskeletal Pain in University Students: Implications for Preventive Healthcare. *Healthcare (Basel)*. 2026;14(14):2154. doi:10.3390/healthcare14142154.
2. World Health Organization. *Physical activity*. Geneva: World Health Organization; 2024.
3. World Health Organization. *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. Geneva: World Health Organization; 2020.
4. World Health Organization. *Obesity and overweight*. Geneva: World Health Organization; 2025.

5. Son SM. Influence of Obesity on Postural Stability in Young Adults. *Osong Public Health Res Perspect*. 2016;7(6):378-381. doi:10.1016/j.phrp.2016.10.001.

6. Andreato LV, de Oliveira DV, Follmer B, Bertolini SMMG. The influence of age and overweight or obesity on foot sensitivity and postural control: A systematic review. *Australas J Ageing*. 2020;39(3):e251-e258. doi:10.1111/ajag.12782.

7. Aytiş E, Öztürk M, Önder ÖÖ, Yıldız Ş. Üniversite öğrencilerinde kas kısalıkları, vücut kitle indeksi ve cinsiyetin postür üzerine etkisinin retrospektif değerlendirilmesi. *İstanbul Esenyurt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2024;2(2):14-43.

8. Ku PX, Abu Osman NA, Yusof A, Wan Abas WAB. Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *J Biomech*. 2012;45(9):1638-1642. doi:10.1016/j.jbiomech.2012.03.029.

9. Topal A, Durmaz Çelik N, Ayık B, Özkan S. Effect of a Wearable Sensor-Based Posture Correction Brace on Static Balance and Posture in Parkinson's Disease.*American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2026;105(3):223-229. doi:10.1097/PHM.0000000000002859

10. Lee JH. Effects of forward head posture on static and dynamic balance control. *Journal of Physical Therapy Science.* 2016;28(1):274-277. doi:10.1589/jpts.28.274.

11. Greve J, Alonso A, Bordini ACPG, Camanho GL. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics.* 2007;62(6):717-720. doi:10.1590/S1807-59322007000600010.

12. Yin L, Qin J, Chen Y, Xie J, Hong C, Huang J, Xu Y, Liu Z, Tao J. Impact of Body Mass Index on Static Postural Control in Adults With and Without Diabetes: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Endocrinology.* 2021;12:768185. doi:10.3389/fendo.2021.768185.

13. Menegoni F, Tacchini E, Vismara L, et al. Gender-specific effect of obesity on balance. *Obesity (Silver Spring).* 2009;17(10):1951-1956. doi:10.1038/oby.2009.82.

14. Bruno AG, Longo UG, et al. The impact of body mass index and central obesity on the spino-pelvic parameters: a correlation study. *European Spine Journal.*2013;22:878-883.

15. Jalai CM, Diebo BG, Cruz DL, Poorman GW, Vira S, Buckland AJ, Lafage R, Bess S, Errico TJ, Lafage V, Passias PG. The impact of obesity on compensatory mechanisms in response to progressive sagittal malalignment. *The Spine Journal.* 2017; 17(5): 6 681–688. doi:1 0.1016/j. spinee.2016.11.016.

NADİR GÖRÜLEN DOMİNANT DİSTROFİK EPİDERMOLİZİS BÜLLOZALI GEBEDE DOĞUM YÖNETİMİ: OLGU SUNUMU

DELIVERY MANAGEMENT IN A PREGNANT WOMAN WITH RARE DOMINANT DYSTROPHIC EPIDERMOLYSIS BULLOSA: A CASE REPORT

Dr. Öğretim Üyesi Nükhet KAÇAR

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Çankırı, Türkiye

Dr. Abdulkadir CALAVUL

Özel Demirtepe Life Hastanesi, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Giriş: Epidermolizis Bülloza (EB), deri ve mukozalarda frajilite ile karakterize nadir görülen kalıtsal bir hastalıktır. Distrofik EB, hastalığın en ağır formlarından biri olup yaygın bül oluşumu, skar gelişimi ve tırnak kaybı ile seyredebilir. Hastalık yaşam boyu bakım gerektirirken gebelikte obstetrik yönetim ve doğum şekline ilişkin belirsizlikler hem kadın hem de sağlık profesyonelleri açısından güçlük oluşturmaktadır. Bu olgu sunumunun amacı, dominant distrofik epidermolizis büllozalı (DDEB) bir gebenin gebelik, doğum ve doğum sonu bakımını sunarak literatüre katkı sağlamaktır.

Olgu: Yirmi beş yaşında, G1 olan ve DDEB tanısı bulunan gebede yaygın üst ve alt ekstremite deri tutulumu mevcuttu. Gebelik süresince hastalık semptomlarında değişiklik gözlenmedi. İlk obstetrik muayenede kadın doğum hekimi bu hastalıkla ilk kez karşılaştığını belirterek ayrıntılı değerlendirme sonrasında gebelik takibini üstlenmiştir. Gebelik boyunca bulantı ve kusmaya bağlı oral mukozal lezyon gelişmemiş, abdominal büyümeye rağmen yeni deri lezyonu izlenmemiştir. Gebe 37 hafta 2 güne kadar obstetrik açıdan risksiz olarak takip edilmiştir. Doğum şekli hasta ve hekim tarafından birlikte değerlendirilmiştir. Gebe, vajinal doğum sırasında genital bölgede yeni lezyon gelişmesinden endişe ederek sezaryen talep etmiş, hekim de olası perineal travma ve hastanın kaygıları nedeniyle bu kararı uygun bulmuştur. Lomber bölgede lezyon bulunmaması nedeniyle sezaryen epidural anestezi altında gerçekleştirilmiştir. Postoperatif dönemde yara iyileşmesi sorunsuz seyretmiş, enfeksiyon veya EB semptomlarında artış gelişmemiş ve taburculuk süresi uzamamıştır. Yenidoğanda EB bulgusu saptanmamıştır.

Sonuç: DDEB'li gebelerde doğum şekli obstetrik bulgular, hastalığın klinik özellikleri ve gebenin tercihleri doğrultusunda bireyselleştirilmelidir. Multidisipliner yaklaşım ve kanıta dayalı bakım, güvenli anne ve yenidoğan sonuçlarının elde edilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Epidermolizis bülloza, dominant distrofik epidermolizis bülloza, gebelik, sezaryen, olgu sunumu.

ABSTRACT

Introduction: Epidermolysis bullosa (EB) is a rare inherited disorder characterized by skin and mucosal fragility. Dystrophic EB is one of the most severe forms and may present with widespread blistering, scarring, and nail loss. Lifelong care is required, and uncertainties regarding obstetric management and mode of delivery pose challenges for affected women and healthcare professionals. This case report aims to contribute to the literature by presenting the pregnancy, delivery, and postpartum care of a pregnant woman with dominant dystrophic epidermolysis bullosa (DDEB).

Case: A 25-year-old primigravida with DDEB presented with extensive skin involvement of the upper and lower extremities. No changes in disease symptoms were observed throughout pregnancy. During the initial obstetric consultation, the obstetrician stated that this was the first patient with DDEB encountered in clinical practice and decided to undertake pregnancy follow-up after a comprehensive review of the condition. No oral mucosal lesions developed secondary to nausea or vomiting, and no new skin lesions occurred despite abdominal enlargement. The pregnancy was considered low-risk until 37 weeks and 2 days of gestation. The mode of delivery was determined jointly by the patient and the obstetrician. Because of concerns about developing genital lesions during vaginal birth, the patient requested a cesarean section. The obstetrician supported this decision because of the potential risk of perineal trauma and the patient's anxiety. As there were no lumbar skin lesions, the cesarean section was performed under epidural anesthesia. The postoperative course was uneventful, with normal wound healing, no infection, no worsening of EB symptoms, and no prolonged hospitalization. The newborn showed no clinical signs of EB.

Conclusion: The mode of delivery in pregnant women with DDEB should be individualized according to obstetric findings, disease characteristics, and maternal preferences. A multidisciplinary approach and evidence-based care may contribute to safe maternal and neonatal outcomes.

Keywords: Epidermolysis bullosa, dominant dystrophic epidermolysis bullosa, pregnancy, cesarean section, case report.

PESTİSİT KAYNAKLI MİTOKONDRİYAL DİSFONKSİYON VE OKSİDATİF STRES: BÜTÜNLEŞİK BİR MEKANİSTİK PERSPEKTİF

PESTICIDE-INDUCED MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION AND OXIDATIVE STRESS: AN INTEGRATED MECHANISTIC PERSPECTIVE

Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL

Faculty of Health Sciences, Uşak University

ORCID: 0000-0002-6954-3658

Assoc. Prof. Dr. Kerem MERTOĞLU

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Uşak University

ORCID: 0000-0002-0490-9073

ABSTRACT

Pesticides are widely used in agriculture, public health, domestic applications, and various industrial settings. Human exposure is not restricted to direct occupational contact but may also occur through contaminated food and water, air, environmental residues, and residential applications. Although pesticide toxicity has traditionally been interpreted in terms of compound-specific molecular targets, increasing evidence indicates that mitochondrial dysfunction and oxidative stress constitute interconnected and mutually reinforcing mechanisms of cellular injury. Pesticide exposure may impair the electron transport chain and oxidative phosphorylation, resulting in reduced ATP production, loss of mitochondrial membrane potential, mitochondrial DNA damage, altered mitochondrial dynamics, and dysregulated mitophagy. These disturbances can increase electron leakage and mitochondrial reactive oxygen species (ROS) production. At the same time, pesticides may stimulate non-mitochondrial ROS-generating pathways and impair endogenous antioxidant defenses. When ROS and reactive nitrogen species (RNS) production exceeds antioxidant capacity, redox homeostasis becomes disturbed and oxidative damage to lipids, proteins, and DNA may occur. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress should not, however, be considered strictly sequential events. Rather, they may establish a bidirectional and self-amplifying cycle in which mitochondrial impairment increases reactive-species generation, whereas oxidative damage further compromises mitochondrial structure and function. This review integrates evidence linking pesticide exposure, mitochondrial dysfunction, ROS/RNS overproduction, redox imbalance, oxidative stress, and molecular damage. Emerging approaches, including integrated biomarker panels, human biomonitoring, omics technologies, mixture-exposure assessment, exposome-based approaches, and mechanism-based risk assessment, are also discussed.

Keywords: Pesticides; mitochondrial dysfunction; oxidative stress; reactive oxygen species; reactive nitrogen species; redox homeostasis; mitochondrial damage; cellular toxicity

ÖZET

Pestisitler tarımsal üretim, halk sağlığı, evsel uygulamalar ve çeşitli endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılan biyolojik olarak aktif bileşiklerdir. Bu maddelere maruziyet yalnızca uygulama sırasında ortaya çıkan mesleki temasla sınırlı olmayıp gıda, su, hava, çevresel kalıntılar ve konut içi uygulamalar yoluyla genel toplumda da görülebilmektedir. Pestisit toksisitesinin bileşiğe özgü moleküler hedeflerle açıklanmasına karşın, güncel kanıtlar mitokondriyal disfonksiyon ile oksidatif stresin birbirine bağlı ve kendini güçlendiren süreçler olarak önemli bir ortak mekanizma oluşturabileceğini göstermektedir. Pestisit maruziyeti elektron taşıma zinciri ve oksidatif fosforilasyonu bozarak ATP üretiminde azalma, mitokondriyal membran potansiyelinde kayıp, mitokondriyal DNA hasarı, mitokondriyal dinamiklerde değişiklik ve mitofajinin düzensizleşmesine yol açabilir. Bu bozukluklar elektron kaçağını ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu artırırken, pestisitler mitokondri dışındaki ROS üreten sistemleri de etkileyebilmekte ve antioksidan savunma kapasitesini değiştirebilmektedir. ROS ve reaktif azot türlerinin (RNS) üretimi antioksidan kapasiteyi aştığında redoks dengesi bozulmakta; bunun sonucunda lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu ve DNA hasarı gelişebilmektedir. Önemli olarak, mitokondriyal disfonksiyon ile oksidatif stres katı bir neden-sonuç sıralaması şeklinde değerlendirilmemelidir. Bu iki süreç karşılıklı olarak birbirini besleyerek sürdürülebilir bir hücresel hasar döngüsü oluşturabilir. Bu derlemede pestisit maruziyeti, mitokondriyal disfonksiyon, ROS/RNS üretimi, redoks dengesizliği, oksidatif stres ve moleküler hasar arasındaki ilişkiler bütünleşik bir mekanistik çerçevede ele alınmış; biyobelirteç panelleri, insan biyolojik izlemi, omik yaklaşımlar, karışım maruziyetleri, ekspozom temelli değerlendirme ve mekanizma temelli risk değerlendirmesi gibi gelişen yaklaşımlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pestisitler; mitokondriyal disfonksiyon; oksidatif stres; reaktif oksijen türleri; reaktif azot türleri; redoks dengesi; mitokondriyal hasar; hücresel toksisite

INTRODUCTION

Pesticides are a broad group of chemical and biological agents used in agricultural production to maintain yield and product quality, protect stored products, control vectors, and carry out various public health applications. Insecticides, herbicides, fungicides, rodenticides, acaricides, nematicides, molluscicides, and fumigants constitute the main functional classes within this group. Although the widespread use of pesticides is important for reducing agricultural losses, their biological activity may also result in effects on non-target organisms. Toxicological outcomes are influenced not only by the chemical structure of the compound but also by factors such as dose, duration and route of exposure, formulation, metabolism, persistence, and co-exposure (Kim et al., 2017; Mostafalou & Abdollahi, 2017; Rani et al., 2021).

In humans, pesticide exposure may occur through occupational, dietary, environmental, and residential routes. Figure 1 provides an integrated representation of the major sources of pesticide exposure in humans, the exposure settings, and the routes of entry into the body. Farmers, applicators, greenhouse workers, production personnel, and professional pest-control workers may be at greater risk of direct exposure, whereas food and water, airborne residues, environmental contamination, and household applications may constitute important sources of exposure for the general population. Following application, pesticides may reach soil, surface water, groundwater, and the atmosphere through spray drift, volatilization, surface runoff, and leaching. Therefore, real-life exposure often involves

more than a single compound or a single route of exposure (Damalas & Eleftherohinos, 2011; Gangemi et al., 2016; Mostafalou & Abdollahi, 2017).

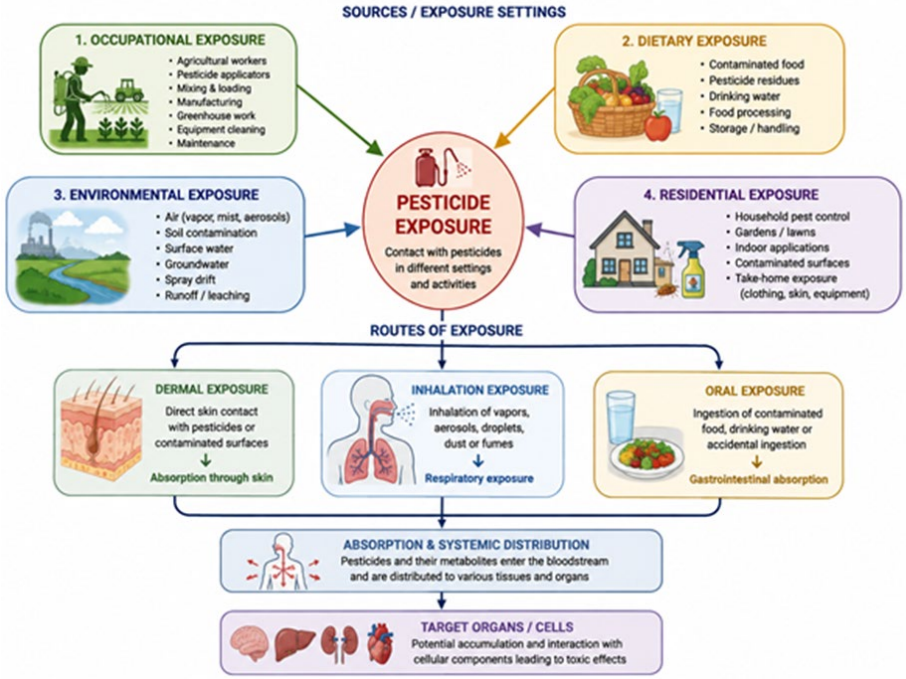


Figure 1. Major sources of pesticide exposure in humans, exposure settings, and routes of entry into the body (Damalas & Eleftherohinos, 2011; Gangemi et al., 2016; Kim et al., 2017; Mostafalou & Abdollahi, 2017; Rani et al., 2021).

The main routes of pesticide entry into the body are dermal absorption, inhalation, and oral ingestion. The extent of exposure depends on the interaction of variables such as the physicochemical properties and concentration of the pesticide, contact duration, working conditions, application method, and the use of personal protective equipment. Particularly in occupational exposure, preparation, mixing, loading, spraying, equipment cleaning, and maintenance are important points of contact. Food consumption, drinking water, indoor residential applications, and the transfer of contaminated clothing or equipment into the home may contribute to non-occupational exposure routes (Damalas & Eleftherohinos, 2011; Gangemi et al., 2016; MacFarlane et al., 2013).

RESEARCH AND FINDINGS

Pesticides and Mitochondrial Dysfunction

Although pesticides have different primary molecular targets, mitochondrial dysfunction has emerged as a common cellular process involved in the toxic effects of various pesticides. In addition to energy production, mitochondria play central roles in redox homeostasis, calcium signaling, cellular quality control, and the regulation of cell survival. Therefore, disruption of mitochondrial structure or function may lead to broad consequences at both the bioenergetic and redox levels (Reddam et al., 2022; Zuo et al., 2024).

As summarized in Figure 2, pesticide-induced mitochondrial toxicity may involve processes such as inhibition of the electron transport chain, impairment of oxidative phosphorylation, ATP depletion, loss of mitochondrial membrane potential, increased

mitochondrial ROS production, mitochondrial DNA damage, alterations in the fission–fusion balance, impaired mitophagy, and activation of mitochondria-mediated cell death. Rotenone and pyridaben have been associated with complex I inhibition, whereas paraquat may affect multiple components of respiratory metabolism. In a study comparing nine different pesticides, alterations in mitochondrial morphology and, for some compounds, fragmentation accompanied by a reduction in intracellular ATP were reported even at low concentrations (Gomez et al., 2007; Chen et al., 2017).

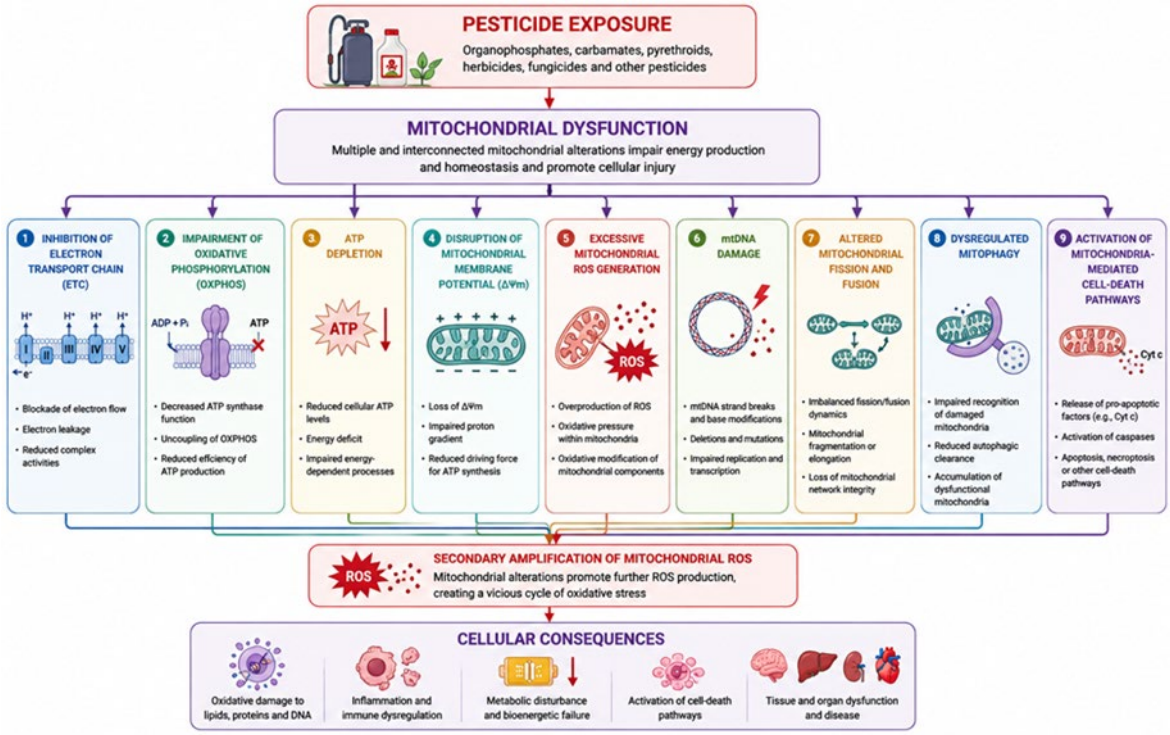


Figure 2. Major mechanisms and cellular consequences of pesticide-induced mitochondrial dysfunction (Gomez et al., 2007; Chen et al., 2017; Reddam et al., 2022; Zuo et al., 2024).

Impairment of Mitochondrial Respiration and Oxidative Phosphorylation

The electron transport chain generates the proton gradient required for ATP synthesis. Impairment of electron transfer can reduce respiratory efficiency and ATP production while increasing electron leakage and ROS generation. Rotenone and pyridaben are recognized as Complex I inhibitors, whereas chlorpyrifos has been associated with impaired Complex I activity and ROS-mediated mitochondrial dysfunction. Experimental studies conducted with glyphosate-containing formulations have also reported reductions in oxygen consumption, the mitochondrial proton gradient, and ATP levels (Gomez et al., 2007; Farkhondeh et al., 2020; Bailey et al., 2018).

Mitochondrial Integrity, Dynamics, Mitophagy, And Apoptotic Signaling

Loss of mitochondrial membrane potential can impair oxidative phosphorylation and increase abnormal ROS production. Glyphosate-containing formulations and pesticides such as β-cypermethrin, prometryn, and imidacloprid have been reported to be associated with alterations in mitochondrial membrane potential (Miao et al., 2022; Zuo et al., 2024). Mitochondrial DNA is particularly susceptible to oxidative damage because of its proximity to respiratory processes that generate ROS. Pesticide exposure has been

associated with mtDNA damage, alterations in mtDNA copy number, impaired DNA repair, and changes in mitochondrial gene expression.

Mitochondria continuously undergo fission and fusion processes. These dynamics are essential for organelle distribution, bioenergetic capacity, and quality control. Damaged mitochondria can be removed through mitophagy; however, this protective mechanism may become insufficient when the extent of damage exceeds the capacity for repair. Associations between mitochondrial fragmentation and exposure to pesticides such as paraquat, rotenone, chlorpyrifos, pendimethalin, endosulfan, fenpyroximate, and tebufenpyrad have been reported (Chen et al., 2017). When damage exceeds the capacity for repair, increased membrane permeability may trigger cytochrome c release and caspase-dependent apoptosis. Thus, an initial bioenergetic impairment may progress toward irreversible cell-death signaling.

Role of Mitochondrial Dysfunction as a Source of Ros

Mitochondrial dysfunction is closely associated with alterations in redox status. Inhibition of the electron transport chain, impairment of oxidative phosphorylation, decreased ATP production, and loss of membrane potential may increase electron leakage and mitochondrial ROS production. In pesticide exposure involving glyphosate-containing formulations, decreases in oxygen consumption, proton gradient, and ATP levels, together with increased hydrogen peroxide production, have been reported (Bailey et al., 2018).

Pesticides and Excessive Ros/Rns Production

As shown in Figure 3, excessive ROS production is one of the important mechanisms underlying pesticide-induced toxicity. Although ROS play important roles in physiological signaling, when their production exceeds the capacity of antioxidant and redox-regulatory systems, cellular homeostasis can be disrupted. Pesticides may induce this imbalance through mitochondrial electron leakage, metabolic dysfunction, activation of ROS-generating enzymes, depletion of antioxidants, and inflammatory responses (Sule et al., 2022; Jabłońska-Trypuç et al., 2017).

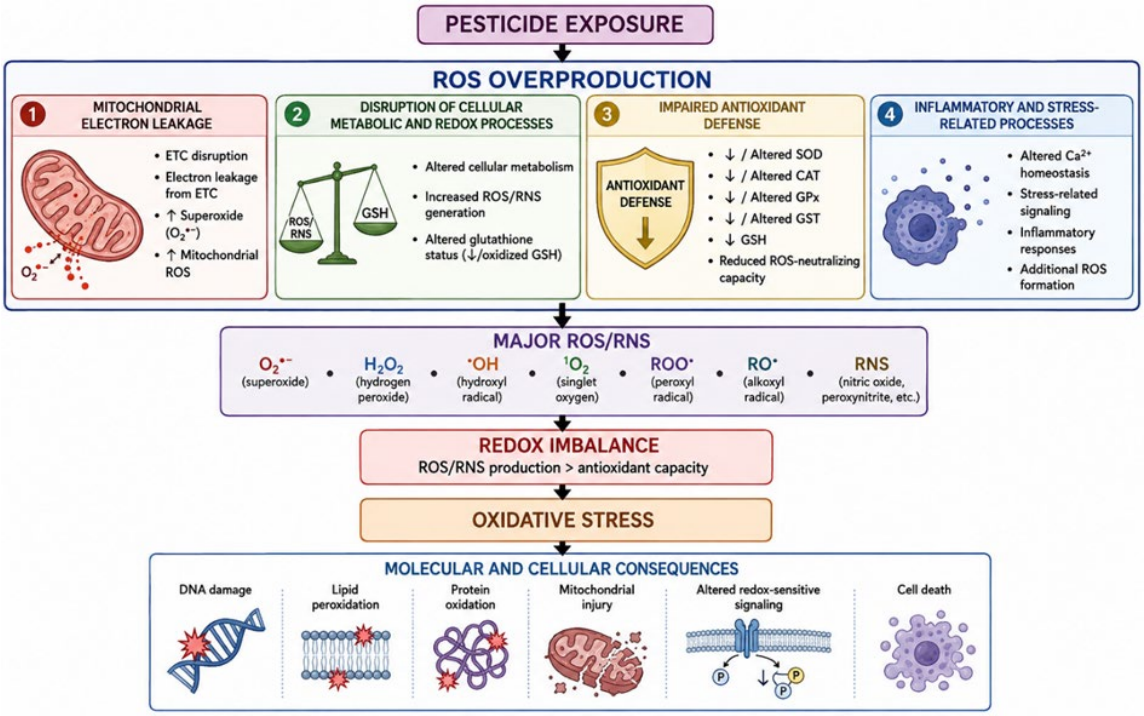


Figure 3. Pesticide-induced excessive ROS/RNS production, redox imbalance, and molecular and cellular consequences (Sule et al., 2022; Jabłońska-Trypuç et al., 2017; Farkhondeh et al., 2020; Lu et al., 2022; Wei et al., 2024).

The major ROS include superoxide, hydrogen peroxide, the hydroxyl radical, singlet oxygen, peroxyl radicals, and alkoxyl radicals. Under physiological conditions, these species contribute to redox signaling, whereas oxidative stress occurs when the production of reactive species exceeds antioxidant capacity. Although mitochondria represent an important source of ROS, NADPH oxidases, xanthine oxidoreductase, and peroxisomal reactions can also contribute to ROS generation. Therefore, pesticide-induced oxidative responses should not be attributed solely to mitochondrial ROS (Sule et al., 2022; Jabłońska-Trypuç et al., 2017).

The antioxidant defense system involves superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), glutathione reductase (GR), glutathione S-transferase (GST), and glutathione-dependent systems. SOD converts superoxide to hydrogen peroxide, which can subsequently be detoxified by CAT and GPx. GSH is an important component in maintaining intracellular redox homeostasis (Sule et al., 2022). However, changes in antioxidant enzyme activities should not be interpreted in isolation. An increase in activity may indicate an adaptive response, whereas a decrease may reflect inhibition, oxidative modification, or exhaustion of compensatory capacity.

In addition to ROS, reactive nitrogen species (RNS) may also contribute to toxicological processes. Nitric oxide can react with superoxide to form peroxynitrite, which can modify proteins, lipids, and nucleic acids. Thus, interactions between ROS and RNS may broaden the extent of oxidative and nitrative damage (Kurutas, 2016; Sule et al., 2022). Organophosphorus pesticides, herbicides, and neonicotinoids provide distinct but overlapping evidence of oxidative disturbances. Excessive ROS production can affect proteins, lipids, nucleic acids, and redox-sensitive signaling pathways, thereby further

amplifying inflammatory and apoptotic processes. It may further enhance apoptotic processes.

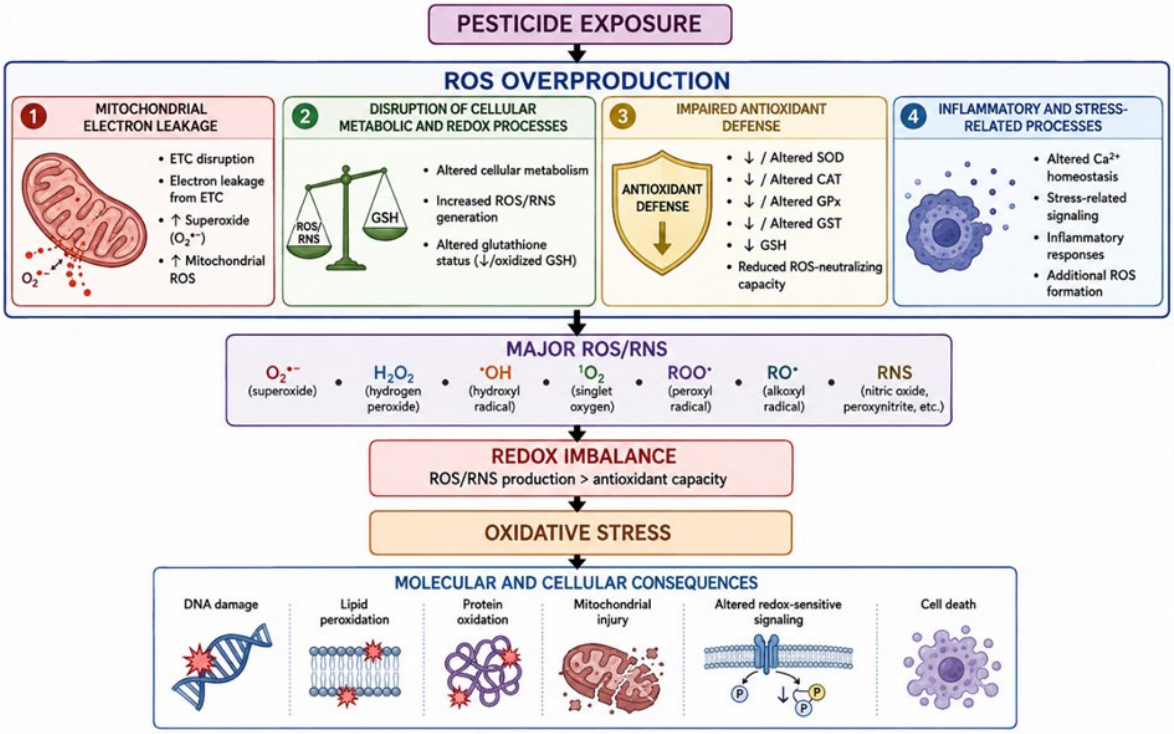


Figure 3. Pesticide-induced excessive production of ROS/RNS, redox imbalance and molecular/cellular consequences (Sule et al., 2022; Jabłońska-Trypuç et al., 2017; Farkhondeh et al., 2020; Lu et al., 2022; Wei et al., 2024).

Oxidative Stress And Molecular Damage

Oxidative stress is the stage that forms the mechanistic link between the excessive production of ROS/RNS and molecular damage and cellular dysfunction. This concept should not be defined merely as an increase in reactive species; it should be understood as a disruption of the redox balance between the production of reactive species and antioxidant capacity (Lushchak, 2014; Sies, 2015). An initial increase in ROS may trigger an adaptive response in antioxidant systems. However, if prolonged exposure exceeds the compensatory capacity, an accumulation of reactive species and oxidatively modified molecules may develop.

Persistent oxidative stress can target lipids, proteins and nucleic acids. Lipid peroxidation disrupts membrane integrity, leading to the formation of secondary reactive products. Protein oxidation can alter enzyme activity, receptor function, protein conformation and cellular structure. Oxidative damage to DNA, in turn, can disrupt genomic integrity and contribute to mutagenic processes (Mena et al., 2009; Thanan et al., 2015).

Biomarkers of Oxidative Stress

As oxidative stress is a multi-faceted process, no single biomarker can adequately characterise this condition. In a comprehensive assessment, ROS/RNS levels, GSH, SOD, CAT, GPx, GR, GST, malondialdehyde (MDA), protein carbonylation, markers of oxidative DNA damage, mitochondrial ROS and indicators of mitochondrial function can be evaluated together (Frijhoff et al., 2015; Giustarini et al., 2009). Duration of exposure is

also important; whilst adaptive antioxidant activation may be observed in the early stages, prolonged exposure can result in antioxidant depletion and significant molecular damage.

The Bidirectional Relationship Between Mitochondrial Dysfunction and Oxidative Stress

Mitochondrial dysfunction and oxidative stress are not independent processes. Pesticide-induced mitochondrial damage can increase ROS production; conversely, persistent oxidative stress can further impair mitochondrial function by damaging mitochondrial proteins, membrane lipids and mtDNA (Addabbo et al., 2009; Reddam et al., 2022; Zuo et al., 2024). This reciprocal relationship explains why the process leading from pesticide exposure to cellular damage should be considered a non-linear and self-reinforcing mechanism.

An Integrated Mechanistic Perspective

It is not sufficient to consider pesticide toxicity merely as the sum of independent molecular events. Pesticide exposure, mitochondrial dysfunction, ROS/RNS production, redox imbalance, oxidative damage and cellular dysfunction form an interconnected mechanistic network. Pesticide exposure may initially disrupt mitochondrial respiration, oxidative phosphorylation, membrane potential, calcium homeostasis and quality control mechanisms. Whilst these changes reduce ATP production, they may promote mitochondrial ROS production by increasing electron leakage from the electron transport chain (Gomez et al., 2007; Reddam et al., 2022; Zuo et al., 2024).

Concurrently, pesticides may also stimulate extra-mitochondrial ROS production pathways and weaken endogenous antioxidant defences. Oxidative stress develops when the production of reactive species exceeds antioxidant and repair capacity; this may subsequently lead to lipid peroxidation, protein oxidation and DNA damage (Abdollahi et al., 2004; Lushchak, 2014; Sies, 2015; Thanan et al., 2015). Studies conducted in humans also support the links between pesticide exposure and markers of oxidative stress and DNA damage; however, the pattern of exposure and individual susceptibility may influence the observed response (Sule et al., 2022; Ledda et al., 2021).

The integrated mechanistic sequence can be summarised as follows: Pesticide exposure → mitochondrial dysfunction → disruption of electron transport/oxidative phosphorylation → increased mitochondrial ROS/RNS → redox imbalance → oxidative stress → lipid, protein and DNA damage → further mitochondrial damage → positive feedback → cellular dysfunction and cell death.

Current Approaches and Emerging Research Areas

The approach in pesticide toxicology is shifting from a ‘single compound, single target’ paradigm towards systems-level approaches that jointly assess exposure, molecular mechanisms, biological responses and individual susceptibility. As real-world exposures often involve multiple pesticides, varying doses, repeated exposures and other environmental stressors, an assessment based on a single biomarker may be limited (Mostafalou & Abdollahi, 2017; Rani et al., 2021).

Therefore, panels combining exposure biomarkers, indicators of mitochondrial function, markers of oxidative stress, antioxidant capacity and molecular damage end-points can provide a more comprehensive assessment. In particular, rather than using traditional markers such as MDA, GSH, SOD, CAT and GPx in isolation, it is recommended that complementary markers representing different biological levels be interpreted in conjunction (Frijhoff et al., 2015; Giustarini et al., 2009).

Transcriptomic, proteomic, metabolomic, lipidomic and epigenomic approaches enable the investigation of coordinated molecular responses to environmental chemicals. These technologies can reveal multiple biological pathways without being restricted to a single, predefined endpoint, and can help to investigate the relationships between mitochondrial dysfunction, oxidative stress, inflammation, metabolic disruption and cell death in a more comprehensive manner (Yan et al., 2021; Valentim et al., 2025).

Mixture exposures also represent an important area of research. The effects resulting from simultaneous or sequential exposure to multiple pesticides may be additive, synergistic or antagonistic. Therefore, it should not be assumed that results obtained from single-compound experiments fully represent real-life exposures. The exposome approach, on the other hand, can help establish relationships between external exposure, internal dose and biological response by taking into account the totality of chemical, occupational, dietary and other environmental stressors encountered throughout a person's lifetime (Yan et al., 2021; Ledda et al., 2021; Valentim et al., 2025).

High-resolution mass spectrometry, biosensors, microfluidic platforms and multi-omic technologies offer new possibilities for the assessment of pesticide exposure and mechanistic toxicology. However, the reliable application of these technologies requires analytical validation, standardisation, quality control, reproducibility and careful interpretation of biomarkers. The detection of a chemical or biological marker alone is not sufficient to establish a causal link between exposure and an adverse health outcome (Frijhoff et al., 2015).

CONCLUSION

Pesticide exposure is a complex toxicological process in which chemically distinct compounds can exert convergent effects on interconnected cellular pathways. Current evidence indicates that mitochondrial dysfunction, excessive production of ROS/RNS, redox imbalance and oxidative molecular damage are closely interrelated components of pesticide-induced cellular injury.

Mitochondria are one of the central elements of this mechanistic network. Pesticides can disrupt mitochondrial respiration, oxidative phosphorylation, membrane potential and quality control, thereby increasing the production of reactive species and altering cellular energy metabolism. Persistent oxidative stress, in turn, can further disrupt cellular structure and function by causing lipid peroxidation, protein oxidation and DNA damage.

Therefore, in the assessment of pesticide toxicity, alongside approaches based on a single compound, a single biomarker or a short-term exposure model; it is important to utilise integrated models that combine human biomonitoring, exposome-based assessment, multi-omic technologies, mitochondrial and redox biomarkers, mixture toxicity and systems toxicology. Such an approach could contribute to the identification of early biological effects and the assessment of pesticide risk under more realistic exposure conditions.

Consequently, pesticide-induced oxidative damage should be considered as the result of dynamic interactions between pesticide exposure, mitochondrial function, reactive species production, antioxidant capacity, molecular damage and cellular adaptation. Taking into account the mutually reinforcing nature of mitochondrial dysfunction and oxidative stress provides a holistic framework for the mechanistic understanding of pesticide toxicity and the development of risk assessment strategies.

REFERENCES

Abdollahi, M., Ranjbar, A., Shadnia, S., Nikfar, S., & Rezaie, A. (2004). Pesticides and oxidative stress: A review. Medical Science Monitor, 10(6), RA141–RA147.

Addabbo, F., Montagnani, M., & Goligorsky, M. S. (2009). Mitochondria and reactive oxygen species. Hypertension, 53(6), 907–913.

Alleva, R., Manzella, N., Gaetani, S., et al. (2018). Mechanism underlying the effect of long-term exposure to low dose of pesticides on DNA integrity. Environmental Toxicology, 33(4), 476–487. https://doi.org/10.1002/tox.22534

Aranda-Rivera, A. K., Cruz-Gregorio, A., Arancibia-Hernández, Y. L., Hernández-Cruz, E. Y., & Pedraza-Chaverri, J. (2022). RONS and oxidative stress: An overview of basic concepts. Oxygen, 2, 437–478.

Bailey, D. C., Todt, C. E., Burchfield, S. L., et al. (2018). Chronic exposure to a glyphosate-containing pesticide leads to mitochondrial dysfunction and increased reactive oxygen species production in Caenorhabditis elegans. Environmental Toxicology and Pharmacology, 57, 46–52. https://doi.org/10.1016/j.etap.2017.11.005

Berkal, M. A., & Nardin, C. (2023). Pesticide biosensors: Trends and progresses. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 415(24), 5899–5924. https://doi.org/10.1007/s00216-023-04911-4

Blair, A., Ritz, B., Wesseling, C., & Beane Freeman, L. (2015). Pesticides and human health. Occupational and Environmental Medicine, 72(2), 81–82.

Chen, T., Tan, J., Wan, Z., et al. (2017). Effects of commonly used pesticides in China on the mitochondria and ubiquitin-proteasome system in Parkinson's disease. International Journal of Molecular Sciences, 18(12), 2507. https://doi.org/10.3390/ijms18122507

Damalas, C. A., & Eleftherohinos, I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. International Journal of Environmental Research and Public Health, 8(5), 1402–1419. https://doi.org/10.3390/ijerph8051402

Farkhondeh, T., Mehrpour, O., Forouzanfar, F., Roshanravan, B., & Samarghandian, S. (2020). Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in organophosphate pesticide-induced neurotoxicity and its amelioration: A review. Environmental Science and Pollution Research, 27(20), 24799–24814. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09045-z

Frijhoff, J., Winyard, P. G., Zarkovic, N., et al. (2015). Clinical relevance of biomarkers of oxidative stress. Antioxidants & Redox Signaling, 23(14), 1144–1170.

Gangemi, S., Miozzi, E., Teodoro, M., et al. (2016). Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development of chronic diseases in humans. Molecular Medicine Reports, 14(5), 4475–4488.

Giustarini, D., Dalle-Donne, I., Tsikas, D., & Rossi, R. (2009). Oxidative stress and human diseases: Origin, link, measurement, mechanisms, and biomarkers. Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences, 46(5–6), 241–281.

Gomez, C., Bandez, M. J., & Navarro, A. (2007). Pesticides and impairment of mitochondrial function in relation with the parkinsonian syndrome. Frontiers in Bioscience, 12, 1079–1093. https://doi.org/10.2741/2128

Jabłońska-Trypuć, A., Wołejko, E., Wydro, U., & Butarewicz, A. (2017). The impact of pesticides on oxidative stress level in human organism and their activity as an endocrine disruptor. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 52(7), 483–494.

Kim, K.-H., Kabir, E., & Jahan, S. A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of the Total Environment, 575, 525–535. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009

Kurutas, E. B. (2016). The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: Current state. Nutrition Journal, 15, 71.

Ledda, C., Cannizzaro, E., Cinà, D., et al. (2021). Oxidative stress and DNA damage in agricultural workers after exposure to pesticides. Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 16, 1. https://doi.org/10.1186/s12995-020-00290-z

Lu, Q., Wang, Y., et al. (2022). Glyphosate-induced mitochondrial reactive oxygen species overproduction activates Parkin-dependent mitophagy to inhibit testosterone synthesis in mouse Leydig cells. Environmental Pollution, 314, 120314.

Lushchak, V. I. (2014). Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. Chemico-Biological Interactions, 224, 164–175.

Lushchak, V. I., Matviishyn, T. M., Husak, V. V., Storey, J. M., & Storey, K. B. (2018). Pesticide toxicity: A mechanistic approach. EXCLI Journal, 17, 1101–1136.

MacFarlane, E., Carey, R., Keegel, T., El-Zaemay, S., & Fritschi, L. (2013). Dermal exposure associated with occupational end use of pesticides and the role of protective measures. Safety and Health at Work, 4(3), 136–141.

Markantonis, M., van der Velde-Koerts, T., Graven, C., et al. (2018). Assessment of occupational and dietary exposure to pesticide residues. EFSA Journal, 16(S1), e16087.

Mena, S., Ortega, A., & Estrela, J. M. (2009). Oxidative stress in environmental-induced carcinogenesis. Mutation Research, 674(1–2), 36–44.

Miao, Z., Miao, Z., Wang, S., Wu, H., & Xu, S. (2022). Exposure to imidacloprid induces oxidative stress, mitochondrial dysfunction, inflammation, apoptosis and mitophagy via NF-κB/JNK pathway in grass carp hepatocytes. Fish & Shellfish Immunology, 120, 674–685. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.017

Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. Toxicology and Applied Pharmacology, 268(2), 157–177.

Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2017). Pesticides: An update of human exposure and toxicity. Archives of Toxicology, 91, 549–599. https://doi.org/10.1007/s00204-016-1849-x

Rani, L., Thapa, K., Kanojia, N., et al. (2021). An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. Journal of Cleaner Production, 283, 124657. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124657

Reddam, A., McLarnan, S., & Kupsco, A. (2022). Environmental chemical exposures and mitochondrial dysfunction: A review of recent literature. Current Environmental Health Reports, 9, 631–649. https://doi.org/10.1007/s40572-022-00371-7

Sies, H. (2015). Oxidative stress: A concept in redox biology and medicine. Redox Biology, 4, 180–183.

Sule, R. O., Condon, L., & Gomes, A. V. (2022). A common feature of pesticides: Oxidative stress—the role of oxidative stress in pesticide-induced toxicity. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2022, 5563759. https://doi.org/10.1155/2022/5563759

Thanan, R., Oikawa, S., Hiraku, Y., et al. (2015). Oxidative stress and its significant roles in neurodegenerative diseases and cancer. International Journal of Molecular Sciences, 16(1), 193–217.

Valentim, J. M. B. M., Pizzatti, L., Coradi, C., et al. (2025). Pesticide exposome reveals oxidative stress and immune response disruptions in occupationally exposed women with breast cancer. Scientific Reports, 15, 30910. https://doi.org/10.1038/s41598-025-12870-2

Wei, F., Cheng, F., Li, H., & You, J. (2024). Imidacloprid affects human cells through mitochondrial dysfunction and oxidative stress. Science of the Total Environment, 951, 175422. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175422

Yan, Q., Paul, K. C., Walker, D. I., Furlong, M. A., Del Rosario, I., Yu, Y., Zhang, K., Cockburn, M., Jones, D. P., & Ritz, B. R. (2021). High-resolution metabolomic assessment of pesticide exposure in Central Valley, California. Chemical Research in Toxicology, 34(5), 1337–1347. https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.0c00523

Zhu, L., Wu, M., Li, R., Zhao, Y., Yang, L., Wang, T., Du, L., & Wan, L. (2023). Research progress on pesticide residue detection based on microfluidic technology. Electrophoresis, 44(17–18), 1377–1404. https://doi.org/10.1002/elps.202300048

Zuo, M., Ye, M., Lin, H., et al. (2024). Mitochondrial dysfunction in environmental toxicology: Mechanisms, impacts, and health implications. Chemical Research in Toxicology, 37(11), 1794–1806. https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.4c00328

CEVİZLERDE BAHÇEDEN DEPOLAMAYA AFLATOKSİN KONTAMİNASYONU: RİSK FAKTÖRLERİ, İNSAN SAĞLIĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KONTROL STRATEJİLERİ

AFLATOXIN CONTAMINATION IN WALNUTS FROM ORCHARD TO STORAGE: RISK FACTORS, HUMAN HEALTH IMPACTS, AND SUSTAINABLE CONTROL STRATEGIES

Şehnaz MERTOĞLU

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL

Faculty of Health Sciences, Uşak University

ORCID: 0000-0002-6954-3658

Assoc. Prof. Dr. Kerem MERTOĞLU

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Uşak University

ORCID: 0000-0002-0490-9073

ÖZET

Ceviz (Juglans regia L.), yağ asitleri, protein, mineraller ve fenolik bileşikler bakımından zengin olup, besleyici değeri yüksek sert kabuklu meyvedir. Bununla birlikte üretimden depolamaya kadar uzanan süreçte gelişebilen fungal kontaminasyon, ürün güvenliği ve ticari kalite açısından önemli bir sorundur. Özellikle Aspergillus flavus ve Aspergillus parasiticus gibi toksin üreten Aspergillus türleri ve izolatları tarafından sentezlenen aflatoksin B1 (AFB1), güçlü genotoksik ve hepatokarsinojenik etkileriyle insan sağlığını olumsuz etkileyen başlıca mikotoksinlerden biridir. Bununla birlikte, Aspergillus türlerinin varlığı tek başına aflatoksin oluşumuna neden olmamakla birlikte; izolat özellikleri ile konukçu ve çevre koşulları arasındaki etkileşimler toksin biyosentezinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu derlemede cevizde aflatoksin oluşumunu etkileyen bahçe, hasat, kurutma ve depolama koşulları, AFB1'in insan sağlığı üzerine etkileri, güncel analiz yöntemleri ve sürdürülebilir kontrol yöntemleri değerlendirilmiştir. Kabuk bütünlüğünün bozulması, böcek zararı ve mekanik yaralanmalar, fungal giriş ve kolonizasyonu kolaylaştırabilirken, geç hasat, yavaş kurutma, yüksek su aktivitesi ve sıcak-nemli depolama koşulları, Aspergillus gelişimini ve aflatoksin biyosentezini teşvik etmektedir. AFB1 karaciğerde reaktif epoksit metabolitlerine dönüştürülerek, DNA adduktları ve oksidatif stres oluşturabilir ve hepatoselüler karsinom gelişimine katkıda bulunabilir. Bu nedenle aflatoksin yönetimi yalnızca son ürün analizine dayanmamalı, bahçe yönetimi, zamanında hasat, hızlı kurutma, kontrollü depolama, ayıklama, izlenebilirlik, biyolojik mücadele ve uygun dekontaminasyon teknolojilerini birlikte içeren bütüncül yaklaşım benimsenmelidir. İklim değişikliğinin, sıcaklık ve nem rejimlerini değiştirmesi, fungal kolonizasyon ve aflatoksin oluşumu üzerinde etkili olabileceğinden, gelecekte ceviz üretim

alanlarında ve pazarlanması sürecinde, riskin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ceviz; Aflatoksin B1; Aspergillus; Gıda güvenliği; Depolama

ABSTRACT

Aflatoxin contamination in walnuts is an important food-safety concern that may arise at several stages from orchard production to postharvest storage. This review summarizes the principal aflatoxin-producing fungi associated with contamination, environmental and handling-related risk factors, human-health implications, analytical detection approaches, regulatory limits, and available prevention and decontamination strategies. Particular attention is given to shell damage, insect injury, harvest timing, drying, water activity, and storage conditions, which can influence fungal growth and toxin formation. The review also discusses representative sampling and the complementary roles of rapid screening methods, HPLC with fluorescence detection, and LC-MS/MS in aflatoxin monitoring. Preventive measures—including orchard hygiene, integrated pest management, timely harvest, rapid drying, cool and dry storage, sorting, and traceability—are considered alongside biological control and emerging physical decontamination technologies. Because walnuts are rich in polyunsaturated lipids, the effectiveness of decontamination treatments should be assessed together with potential effects on nutritional and sensory quality. Walnut-specific surveillance and validation studies are still needed, particularly under changing climatic conditions. Overall, aflatoxin control is best approached as an integrated management process extending from the orchard to the point of consumption.

Keywords: Aflatoxins, walnut, food safety, Aspergillus, mycotoxins, storage, decontamination

1. INTRODUCTION

Walnut (*Juglans regia* L.) is valued for its favorable lipid profile, protein content, minerals, tocopherols, and diverse phenolic compounds, which contribute to its nutritional and functional properties (Ali and Zeb, 2024). Because walnuts are widely traded and can be stored for relatively long periods, maintaining their microbiological and chemical safety is important throughout production and postharvest handling. The green hull and lignified shell provide a natural barrier around the kernel, but this protection can be weakened by insect injury, mechanical damage, shell defects, and unfavorable environmental conditions. Studies on tree nuts show that damaged shells can facilitate fungal entry, while high temperatures, reduced water availability, and drought-related stress may create conditions that favor *Aspergillus* colonization and aflatoxin formation (Medina et al., 2014; Şen and Kabak, 2025; Tajdar-Oranj et al., 2026). Orchard studies in hazelnut have also shown that aflatoxin contamination may begin before harvest and that delayed harvesting under warm conditions can increase toxin accumulation (Casu et al., 2026). These findings are relevant to walnut production, especially when preharvest contamination is followed by slow drying or poor storage conditions (Codex Alimentarius Commission, 2005; Kumar et al., 2017).

Aflatoxins are difuranocoumarin secondary metabolites produced mainly by toxigenic strains of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* (Kumar et al., 2017; Miklós et al., 2020). The main aflatoxins monitored in foods are AFB1, AFB2, AFG1, and AFG2. Among these, aflatoxin B1 (AFB1) is considered the most important from a toxicological point of view because of its strong genotoxic and hepatocarcinogenic effects (IARC, 2012;

Kew, 2013; Rushing and Selim, 2019; Marchese et al., 2018). After ingestion, AFB1 can be metabolically activated in the liver to reactive epoxide intermediates that form DNA adducts and contribute to mutagenic changes associated with hepatocellular carcinoma (Kensler et al., 2011; Rushing and Selim, 2019). Although much of the aflatoxin literature has focused on maize and groundnuts, tree nuts are also susceptible to contamination (Kumar et al., 2017; Schincaglia et al., 2023; Lemos et al., 2026). Their nutrient-rich kernels, variable moisture content, and relatively long storage periods can support fungal growth when drying and storage conditions are not properly controlled (Arrus et al., 2005; Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

Studies on walnuts show that aflatoxin contamination is a real food-safety concern. Imani Nejad and Farahani (2012) analyzed 35 raw walnut samples marketed in Tehran and detected aflatoxins in 74.3% of the samples. Total aflatoxin concentrations ranged from non-detectable levels to 112.8 µg/kg, and 20% of the samples exceeded the 15 µg/kg limit used by the authors for comparison. In a more recent survey of nuts sold in Lebanon, including walnuts, *Aspergillus* was the dominant fungal genus and measurable aflatoxin contamination was found in a substantial proportion of samples (Hellany et al., 2024). Other studies have shown that nuts may contain several mycotoxins at the same time, which supports the use of broader multi-mycotoxin monitoring rather than focusing only on AFB1 (Gammoh et al., 2023). Reported contamination rates, however, can differ considerably between studies because aflatoxin occurrence is affected by climate, region, season, agricultural practices, harvest timing, postharvest handling, storage conditions, and sampling strategy (Kumar et al., 2017; Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023; Tajdar-Oranj et al., 2026). These studies show that walnuts may contribute to dietary aflatoxin exposure when control measures are inadequate at one or more stages of production.

This review treats aflatoxin contamination in walnuts as a problem that can develop at several points between the orchard and final storage. The approach follows the preventive principles described by the Codex Alimentarius Commission (2005), which recommend control measures during production, harvest, drying, processing, transport, and storage. The review focuses on fungal ecology, orchard-level risk factors, harvest timing, drying and storage conditions, health effects, analytical detection, regulatory limits, and available mitigation strategies. Particular attention is given to methods that can reduce aflatoxin risk without causing unacceptable changes in walnut quality. This is especially relevant for decontamination treatments, since recent studies on tree nuts have shown that toxin reduction should be assessed together with possible changes in lipid oxidation, phenolic compounds, texture, color, and consumer acceptance (Lemos et al., 2026).

2. AFLATOXIN-PRODUCING FUNGI AND CONTAMINATION OF WALNUTS

Aspergillus flavus is widely found in agricultural soils, crop residues, dust, and storage environments. Toxigenic strains of *A. flavus* mainly produce B-type aflatoxins, whereas *A. parasiticus* can produce both B- and G-type aflatoxins (Kumar et al., 2017; Miklós et al., 2020). However, fungal growth does not always indicate toxin production, since not all *Aspergillus* isolates are toxigenic. Likewise, the absence of visible mould does not ensure that aflatoxins are absent. For this reason, fungal identification and chemical analysis should be considered complementary rather than interchangeable approaches (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

Once the hull or shell is damaged, walnut kernels provide a nutrient-rich substrate that can support fungal growth. Contamination may begin before harvest, but toxin formation becomes more likely when nuts remain moist after harvest or are stored under favorable

conditions for fungal metabolism (Kumar et al., 2017; Codex Alimentarius Commission, 2005). Arrus et al. (2005) showed in Brazil nuts inoculated with *A. flavus* that both temperature and relative humidity strongly affected fungal growth and aflatoxin production, with higher risk under warm and humid conditions. Although these values cannot be directly applied to walnuts, the same environmental factors are relevant to fungal development in stored tree nuts.

Aflatoxin production is also influenced by environmental stress. Water activity, temperature, carbon dioxide concentration, substrate composition, and oxidative conditions can alter the expression of regulatory and structural genes involved in aflatoxin biosynthesis (Medina et al., 2014). As a result, walnut lots with similar fungal contamination may contain very different toxin levels if they have been exposed to different moisture and temperature conditions. This variation is one reason why visual inspection alone cannot reliably indicate aflatoxin risk, even though it remains useful for removing visibly damaged or mouldy kernels (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

3. RISK FACTORS FROM ORCHARD TO STORAGE

Aflatoxin control should begin before harvest. Hot and dry conditions can increase physiological stress in trees and may also affect insect activity, while feeding damage, cracks, and injuries to the hull or shell can provide entry points for fungal spores (Medina et al., 2014; Şen and Kabak, 2025). Harvest timing is also important. Nuts that remain on the tree beyond optimum maturity or stay on moist soil after hull split may be exposed for longer periods to fungal inoculum and fluctuating moisture. Recent orchard studies in tree nuts have shown that delayed harvest under warm conditions can increase the risk of aflatoxin accumulation (Casu et al., 2026). Orchard sanitation, pest management, and timely harvest therefore form the first line of protection against contamination.

Drying is one of the most important steps between harvest and safe storage. Freshly harvested nuts should not remain in deep or poorly ventilated piles, where heat and moisture can accumulate. The Codex Alimentarius Commission (2005) recommends rapid drying and storage under dry, well-ventilated conditions to limit the growth of *A. flavus* and *A. parasiticus*. Water activity is particularly important because it reflects the amount of water available for microbial growth. Arrus et al. (2005) showed that temperature and relative humidity strongly influence both fungal development and aflatoxin production in tree nuts. When water activity is kept sufficiently low, fungal growth and toxin formation are greatly reduced even if some moisture remains in the product.

Storage conditions can change over time. Condensation inside packages, roof leakage, temperature fluctuations, insect activity, and contact with damp surfaces may reintroduce moisture into previously dry nuts. Storage monitoring should therefore continue throughout the holding period rather than relying only on the moisture level measured after drying. Maintaining airflow, using pallets, recording temperature and relative humidity, and keeping clear lot identification can help reduce risk and improve traceability (Codex Alimentarius Commission, 2005; Kumar et al., 2017). These measures are simple but become especially important when storage periods are long.

Shell integrity also has an important role in limiting fungal access to the kernel. Intact in-shell walnuts provide a physical barrier, whereas cracked, crushed, insect-damaged, or poorly sealed nuts are more vulnerable to fungal colonization (Şen and Kabak, 2025). Sorting can therefore reduce risk by removing damaged, discolored, shriveled, or mouldy

kernels before storage or marketing. This is particularly useful because aflatoxins are often distributed unevenly within a lot, and a relatively small number of highly contaminated kernels may contribute disproportionately to the total toxin level (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

Table 1. Major points of aflatoxin risk in walnut production and practical control options

Stage	Main risk	Likely consequence	Priority control
Orchard	Heat/drought stress; insect or disease injury	Loss of hull/shell integrity; fungal entry	Stress reduction; integrated pest management
Harvest	Delayed harvest; nuts remaining on damp soil	Longer contact with spores and moisture	Timely harvest; rapid collection
Drying	Slow drying; deep piles; poor airflow	High local humidity and water activity	Rapid, controlled drying
Storage	High temperature/RH; condensation; leakage	Fungal growth and possible AFB1 accumulation	Cool, dry storage; sensor-based monitoring
Processing	Broken, mouldy, or insect-damaged kernels mixed into the lot	Localized high contamination	Sorting; optical inspection; rejection of damaged kernels
Marketing	Long holding periods; unsuitable packaging	Moisture regain and quality loss	Moisture-barrier packaging; traceability

4. HUMAN HEALTH IMPLICATIONS

Aflatoxin exposure can cause both acute and chronic health effects. High doses may lead to acute aflatoxicosis, while repeated exposure to lower levels is more closely associated with long-term liver damage and cancer risk. The liver is the main target organ of AFB1. After absorption, AFB1 is metabolized mainly by cytochrome P450 enzymes, particularly CYP1A2 and CYP3A4, to the highly reactive AFB1-8,9-epoxide (Rushing and Selim, 2019; Liu and Wu, 2010; Wild and Gong, 2010; Kensler et al., 2011). This metabolite can bind to guanine residues in DNA and form AFB1-N7-guanine adducts. If these lesions are not repaired, they may lead to permanent mutations during DNA replication.

The link between aflatoxin exposure and hepatocellular carcinoma is supported by toxicological, molecular, and epidemiological evidence (IARC, 2012; Kew, 2013; Liu and Wu, 2010; Kensler et al., 2011; Marchese et al., 2018). One of the best-known molecular changes associated with aflatoxin exposure is a G>T transversion at codon 249 of the *TP53* gene, resulting in the R249S mutation. The risk of liver cancer is also higher in individuals with chronic hepatitis B virus infection, showing that aflatoxin-related carcinogenesis is influenced by both exposure level and host factors (Liu and Wu, 2010; Wild and Gong, 2010). The International Agency for Research on Cancer classifies naturally occurring mixtures of aflatoxins as carcinogenic to humans (Group 1) (IARC, 2012).

AFB1 is also associated with effects beyond carcinogenesis, including hepatotoxicity, oxidative stress, immune alterations, and impaired growth (Rushing and Selim, 2019; Li et al., 2022). From a food-safety perspective, the main concern is therefore not only acute poisoning but also repeated low-level dietary exposure. This is particularly relevant for tree nuts, which are commonly consumed as ready-to-eat foods and are generally regarded as

nutritionally beneficial. Preventing aflatoxin contamination is important for reducing health risk without compromising the value of these foods.

5. ANALYTICAL DETECTION AND SAMPLING

Reliable aflatoxin analysis depends first on representative sampling. Aflatoxins are often unevenly distributed within nut lots, and a small number of highly contaminated kernels may contribute disproportionately to the total toxin level. This makes sampling error one of the main sources of uncertainty in aflatoxin analysis. Even a highly sensitive analytical method cannot compensate for poor sampling. Composite sampling, sufficient sample mass, thorough grinding, and homogenization are therefore essential parts of a reliable monitoring strategy (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

Rapid screening methods such as ELISA and lateral-flow immunoassays are useful when large numbers of samples must be checked in a short time. They are relatively simple and can support routine inspections or warehouse monitoring. However, matrix effects, cross-reactivity, and method-specific limitations can affect their performance, so positive or borderline results are usually confirmed by chromatographic methods (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

HPLC with fluorescence detection remains a widely used quantitative method for aflatoxins, often following immunoaffinity clean-up and, when needed, derivatization (Imani Nejad and Farahani, 2012; Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023). LC-MS/MS provides greater selectivity and allows several mycotoxins to be measured in the same analytical run. This is especially useful for walnuts because contamination may involve more than one fungal metabolite. Gammoh et al. (2023) demonstrated the value of multi-mycotoxin analysis in nuts and other foods, supporting broader surveillance rather than focusing only on AFB1.

The choice of analytical method should depend on the purpose of the analysis. Immunochemical methods are suitable for rapid screening, HPLC-FLD is useful for routine quantification, and LC-MS/MS is preferred when confirmation, low detection limits, or simultaneous multi-analyte analysis is required. Whatever method is used, the full analytical process should be controlled and documented, including sampling, extraction, clean-up, calibration, quality control, and reporting (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023).

6. REGULATORY CONTEXT

Maximum limits for aflatoxins are set to reduce dietary exposure while taking agricultural production and analytical feasibility into account. In the European Union, Commission Regulation (EU) 2023/915 establishes maximum levels for AFB1 and total aflatoxins (AFB1, AFB2, AFG1, and AFG2) in different food categories. For tree nuts such as walnuts placed on the market for final consumers or used as food ingredients, the maximum levels are 2.0 µg/kg for AFB1 and 4.0 µg/kg for total aflatoxins (European Commission, 2023).

Türkiye revised its national contaminants regulation in November 2023 within the framework of European Union legislation and Codex Alimentarius standards (Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, 2023). These limits are important not only for regulatory testing but also for production and export management. Lots exceeding the permitted levels may face rejection, recall, or loss of market access. For this reason,

prevention during production, drying, and storage is generally more effective than dealing with contamination after it has occurred.

Table 2. EU maximum levels relevant to walnuts marketed for final consumption

Product category	AFB1 (µg/kg)	Total aflatoxins (µg/kg)
Tree nuts for final consumer/use as ingredient*	2.0	4.0

**Except categories for which Regulation (EU) 2023/915 specifies different limits, such as almonds, pistachios, and apricot kernels.*

7. SUSTAINABLE CONTROL AND DECONTAMINATION STRATEGIES

No single measure can prevent aflatoxin contamination under all conditions, so control is most effective when several interventions are combined. Orchard hygiene, reduction of plant stress, and integrated pest management can lower the chance of fungal entry, while timely harvest and rapid drying reduce the time kernels remain under conditions favorable for fungal growth. Proper storage then helps maintain this protection by limiting moisture regain and temperature fluctuations (Codex Alimentarius Commission, 2005; Kumar et al., 2017).

Biological control with non-aflatoxigenic *Aspergillus flavus* strains has been widely studied in crops such as maize and groundnuts. These strains act mainly through competitive exclusion by occupying ecological niches that might otherwise be colonized by aflatoxigenic populations (Khan et al., 2021). The approach is promising, but its use in walnut orchards would still require local strain selection, ecological evaluation, and regulatory approval.

Several physical decontamination methods have also been investigated, including ozone, ultraviolet treatment, pulsed light, irradiation, and cold plasma. Lemos et al. (2026) reported that physical, chemical, and biological approaches can reduce aflatoxin levels in tree nuts, but treatment efficiency must be considered together with possible effects on nutritional and sensory quality. This is particularly important for walnuts because their high content of polyunsaturated lipids makes them sensitive to oxidation. A treatment that reduces AFB1 but accelerates rancidity would have limited practical value.

Cold plasma is of interest because reactive oxygen and nitrogen species can act at relatively low temperatures, which may be useful for heat-sensitive foods. However, treatment intensity, gas composition, exposure time, surface characteristics, and process geometry can strongly affect the outcome. Similar concerns apply to ozone treatment. Aflatoxin reduction should therefore be evaluated together with possible degradation products, lipid oxidation, phenolic retention, color, texture, and consumer acceptance (Lemos et al., 2026).

Sorting is one of the simplest control measures and can be applied at commercial scale. Visual and optical systems can remove kernels showing discoloration, shriveling, mould growth, insect damage, or structural defects. Because aflatoxin contamination is often unevenly distributed within a lot, removing a relatively small number of highly contaminated kernels may reduce the total toxin load (Miklós et al., 2020; Schincaglia et al., 2023). In practice, sorting, rapid screening, and confirmatory analysis by HPLC-FLD or LC-MS/MS can be used as complementary steps in an integrated control program.

8. CLIMATE CHANGE AND EMERGING RISK

Aflatoxin development is strongly affected by temperature and water availability. Climate change can alter not only average temperatures but also the frequency of heat waves, droughts, heavy rainfall, and changes in humidity. Experimental studies have shown that temperature, water stress, and elevated carbon dioxide can influence the expression of genes involved in aflatoxin biosynthesis and modify AFB1 production by *Aspergillus flavus* (Medina et al., 2014). These effects are not always straightforward, since environmental conditions that stress the crop may also create more favorable conditions for fungal growth or toxin production.

Recent reviews suggest that climate-related changes may expand the regions where AFB1 becomes an important food-safety problem (Tajdar-Oranj et al., 2026). This is relevant to walnut-producing areas in Türkiye and other temperate regions, where changes in temperature and rainfall patterns may alter future contamination risk. Risk assessment should therefore take local climate conditions into account rather than assuming that current risk patterns will remain unchanged. Information on crop phenology, temperature, rainfall, relative humidity, soil moisture, and pest pressure may also help improve decisions on harvest timing and postharvest management.

Temperature and humidity monitoring during drying and storage can provide useful information on conditions that favor fungal development. Continuous records can also help identify periods of moisture regain or condensation that may not be detected by a single measurement. Such monitoring may become increasingly useful in walnut production as climatic conditions become more variable.

9. RESEARCH GAPS SPECIFIC TO WALNUTS

Compared with crops such as maize, groundnuts, and pistachios, research on aflatoxin contamination in walnuts is still limited. One important question is whether cultivar and genotype affect susceptibility through differences in shell thickness, shell sealing, kernel composition, phenolic profile, or harvest timing. Long-term studies that examine genotype together with orchard conditions, harvest date, and drying practices would help distinguish genetic effects from seasonal and environmental variation.

Regional surveillance is also needed. Studies covering major walnut-growing areas over several seasons would provide a more representative picture than isolated market surveys such as those reported by Imani Nejad and Farahani (2012) and Hellany et al. (2024). Where possible, AFB1 and total aflatoxins should be measured together with other relevant mycotoxins using validated methods such as LC-MS/MS (Gammoh et al., 2023; Schincaglia et al., 2023). Linking toxin data with moisture history, storage temperature, insect damage, and fungal isolates would also make surveillance results more useful for prevention.

Walnut-specific optimization is still needed for emerging decontamination methods. Cold plasma, ozone, UV-C, and related treatments should be evaluated not only for toxin reduction but also for their effects on lipid oxidation, phenolic retention, sensory quality, and shelf life. This is particularly important for walnuts because their lipid-rich kernels may be sensitive to oxidative damage. Recent work on tree nuts shows that treatment efficacy should be assessed together with product quality rather than aflatoxin reduction alone (Lemos et al., 2026). Scale-up studies are also necessary because treatment

conditions that are effective in small laboratory systems may not perform in the same way at commercial scale.

10. CONCLUSIONS

Aflatoxin contamination in walnuts is best understood as the outcome of a sequence of biological and postharvest events. The main drivers include exposure to toxigenic Aspergillus, damage to protective tissues, insect injury, delayed harvest, inadequate drying, high water activity, and warm or humid storage. The importance of AFB1 is reinforced by its metabolic activation to DNA-reactive intermediates and by the established association between chronic exposure and hepatocellular carcinoma.

A sustainable walnut-safety program should combine orchard hygiene and pest management, timely harvest, rapid drying, cool and dry storage, removal of damaged kernels, risk-based screening, chromatographic confirmation, and lot traceability. Biological control and emerging physical decontamination technologies may add useful options, but their application to walnuts must be validated against both toxicological efficacy and product quality. As climate variability increases, early warning and continuous storage monitoring are likely to become more important. Ultimately, aflatoxin control is not a final-product testing exercise; it is a chain-wide management problem extending from orchard conditions to the point of consumption.

REFERENCES

Ali, G., & Zeb, A. (2024). Bioactive composition and medicinal properties of walnut kernels. *Journal of Agriculture and Food Research*, *18*, 101442.

Codex Alimentarius Commission. (2004). *Code of practice for the prevention and reduction of aflatoxin contamination in peanuts* (CAC/RCP 55-2004).

Arrus, K., Blank, G., Abramson, D., Clear, R., & Holley, R. A. (2005). Aflatoxin production by Aspergillus flavus in Brazil nuts. Journal of Stored Products Research, 41(5), 513-527. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2004.07.005.

Casu, A., Camardo Leggieri, M., Chiusa, G., Zagottis, E., Genova, G., & Battilani, P. (2026). Pre-harvest dynamics of Aspergillus section Flavi and aflatoxin risk in hazelnut orchards of Azerbaijan. *Frontiers in Plant Science*, *17*, 1791562.

European Commission. (2023). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. *Official Journal of the European Union, L 119*, 103–157.

Gammoh, S., Alu'datt, M. H., Alhamad, M. N., Tranchant, C. C., Rababah, T., Kanakri, K., ... & Alzoubi, H. (2023). Determination of mycotoxins in nuts, cereals, legumes, and coffee beans and effectiveness of a selenium-based decontamination treatment. Journal of Food Safety, 43(6), e13087. https://doi.org/10.1111/jfs.13087.

Hellany, H., Assaf, J. C., Matta, J., & Khalil, M. I. (2024). Fungal isolation, detection, and quantification of aflatoxins in nuts sold in the Lebanese market. Processes, 12(5), 1018. https://doi.org/10.3390/pr12051018.

Kensler, T. W., Roebuck, B. D., Wogan, G. N., & Groopman, J. D. (2011). Aflatoxin: a 50-year odyssey of mechanistic and translational toxicology. Toxicological sciences, 120(suppl_1), S28-S48. https://doi.org/10.1093/toxsci/kfq283.

Kew, M. C. (2013). Aflatoxins as a cause of hepatocellular carcinoma. *Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases*, *22*(3), 305. PMID:24078988.

Khan, R., Ghazali, F. M., Mahyudin, N. A., & Samsudin, N. I. P. (2021). Biocontrol of aflatoxins using non-aflatoxigenic Aspergillus flavus: A literature review. Journal of Fungi, 7(5), 381. https://doi.org/10.3390/jof7050381.

Kumar, P., Mahato, D. K., Kamle, M., Mohanta, T. K., & Kang, S. G. (2017). Aflatoxins: A global concern for food safety, human health and their management. Frontiers in microbiology, 7, 2170. https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02170.

Lemos, H., de Carvalho Couto, C., de Oliveira Borges, F., Kluczkovski, A., & Freitas-Silva, O. (2026). Aflatoxin decontamination in tree nuts: a scoping review of physical, chemical, and biological methods. Mycotoxin Research, 42(3), 54. https://doi.org/10.1007/s12550-026-00664-y.

Li, C., Liu, X., Wu, J., Ji, X., & Xu, Q. (2022). Research progress in toxicological effects and mechanism of aflatoxin B1 toxin. PeerJ, 10, e13850. https://doi.org/10.7717/peerj.13850.

Liu, Y., & Wu, F. (2010). Global burden of aflatoxin-induced hepatocellular carcinoma: a risk assessment. Environmental health perspectives, 118(6), 818. https://doi.org/10.1289/ehp.0901388.

Lyon, F. (2014). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans*. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. [Bibliographic details require verification].

Marchese, S., Polo, A., Ariano, A., Velotto, S., Costantini, S., & Severino, L. (2018). Aflatoxin B1 and M1: Biological properties and their involvement in cancer development. Toxins, 10(6), 214. https://doi.org/10.3390/toxins10060214.

Medina, A., Rodriguez, A., & Magan, N. (2014). Effect of climate change on Aspergillus flavus and aflatoxin B1 production. Frontiers in microbiology, 5, 348. https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00348.

Miklós, G., Angeli, C., Ambrus, Á., Nagy, A., Kardos, V., Zentai, A., ... & Bartók, T. (2020). Detection of aflatoxins in different matrices and food-chain positions. Frontiers in Microbiology, 11, 1916. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01916.

Nejad, M. I., & Farahani, A. D. (2012). Aflatoxin in raw walnut kernels marketed in Tehran, Iran. Food Additives and Contaminants: Part B, 5(1), 8-10. https://doi.org/10.1080/19393210.2011.637239.

Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry. (2023). *Turkish Food Codex Regulation on Contaminants [Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği]*. Official Gazette (5 November 2023, No. 32360).

Rushing, B. R., & Selim, M. I. (2019). Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods. Food and chemical toxicology, 124, 81-100. https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.11.047.

Schincaglia, A., Aspromonte, J., Franchina, F. A., Chenet, T., Pasti, L., Cavazzini, A., ... & Beccaria, M. (2023). Current developments of analytical methodologies for aflatoxins' determination in food during the last decade (2013–2022), with a particular focus on nuts and nut products. Foods, 12(3), 527. https://doi.org/10.3390/foods12030527.

Şen, L., & Kabak, B. (2025). Mycotoxin contamination in hazelnuts: Food safety challenges in a changing climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, *144*, 107699.

Tajdar-Oranj, B., Garshasbi, S., Akbari, N., Shavali-gilani, P., Akbari, A., & Sadighara, P. (2026). Climate Change and Aflatoxin B1 in Agriculture Products: A Systematic Review. Food Science & Nutrition, 14(3), e71608. https://doi.org/10.1002/fsn3.71608.

Wild, C. P., & Gong, Y. Y. (2010). Mycotoxins and human disease: a largely ignored global health issue. Carcinogenesis, 31(1), 71-82. https://doi.org/10.1093/carcin/bgp264.

DOĞAL ANTİBİYOTİKLER: KÖKENLERİ, ETKİ MEKANİZMALARI VE MODERN TIPTAKİ ROLLERİ

NATURAL ANTIBIOTICS: ORIGINS, MECHANISMS OF ACTION AND THEIR ROLE IN MODERN MEDICINE

Öğr. Gör. Mustafa ATALAN

Uşak Üniversitesi Eşme Meslek Yüksekokulu Eczane Hizmetleri Programı, Eşme, Uşak-Türkiye

ORCID NO: 0000-0001-8543-6951

ÖZET

Antibiyotikler, enfeksiyon hastalıklarının kontrolünde modern tıbbın temel taşlarından biri olmasına rağmen, artan antibiyotik direnci günümüzde küresel bir sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, doğada bulunan ve bitkiler, mikroorganizmalar ile hayvanlar tarafından doğal olarak üretilen antimikrobiyal bileşiklerin yeniden keşfini önemli hale getirmiştir. Bu derleme çalışmasında, doğal antibiyotiklerin kökenleri, sınıflandırılması, etki mekanizmaları ve modern tıptaki mevcut ve potansiyel kullanım alanları ele alınmıştır. Bitkisel kaynaklı flavonoidler, alkaloidler ve uçucu yağlar; mikrobiyal kaynaklı penisilin, streptomisin ve tetrasiklin gibi klasik antibiyotikler; hayvansal kökenli antimikrobiyal peptitler doğal antibiyotiklerin başlıca örnekleridir. Bu bileşikler, hücre duvarı ve zarı üzerinde bozulmaya yol açarak, protein sentezini veya genetik materyal replikasyonunu engelleyerek veya bakteriyel *quorum sensing* mekanizmalarını baskılayarak etki gösterir. Ayrıca doğal antibiyotikler, çoklu etki mekanizmaları ve klasik antibiyotiklerle sinerjik kullanımları sayesinde direnç gelişimini yavaşlatma potansiyeline sahiptir. Gıda koruyucusu olarak endüstriyel kullanımlarının yanı sıra, halk hekimliğinde de yaygın biçimde başvurulan bu doğal bileşiklerin, modern farmasötik araştırmalar ve nanoteknolojik uygulamalarla desteklenerek daha etkin ve güvenli ilaç formlarına dönüştürülmesi mümkündür. Bu bağlamda doğal antibiyotikler, dirençli enfeksiyonlarla mücadelede umut vaat eden alternatif stratejiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğal antibiyotikler, antibiyotik direnci, antimikrobiyal peptitler, bitkisel antibiyotikler, etki mekanizması

ABSTRACT

Although antibiotics are a cornerstone of modern medicine in the control of infectious diseases, rising antibiotic resistance has emerged as a global health issue. This situation has highlighted the importance of rediscovering antimicrobial compounds found in nature and produced naturally by plants, microorganisms, and animals. This review examines the origins, classification, mechanisms of action, and current and potential applications of natural antibiotics in modern medicine. Plant-derived flavonoids, alkaloids, and essential oils; classic antibiotics of microbial origin such as penicillin, streptomycin, and tetracycline; and animal-derived antimicrobial peptides are primary examples of natural antibiotics. These compounds exert their effects by disrupting cell walls and membranes, inhibiting protein synthesis or genetic material replication, or suppressing bacterial quorum sensing mechanisms. Furthermore, natural antibiotics have the potential to slow the

development of resistance due to their multiple mechanisms of action and their synergistic use with conventional antibiotics. Beyond their industrial use as food preservatives and their widespread application in folk medicine, these natural compounds can be transformed into more effective and safe drug formulations through modern pharmaceutical research and nanotechnology-based applications. In this context, natural antibiotics offer promising alternative strategies for combating resistant infections.

Keywords: Natural antibiotics, antibiotic resistance, antimicrobial peptides, plant-derived antibiotics, mechanism of action

GİRİŞ

Antibiyotikler, enfeksiyon hastalıklarının kontrol altına alınmasında devrim yaratan ve modern tıbbın gelişiminde mihenk taşı kabul edilen farmasötik ajanlardır. Antimikrobiyal maddelerin tanımı ve sınırları bilimsel literatürde tarihsel olarak detaylandırılmıştır (Waksman, 1947). 1928 yılında Alexander Fleming tarafından *Penicillium notatum* adlı mantar türünden izole edilen penisilin, insanlık tarihinde ilk kez bakteriyel enfeksiyonlara karşı etkili bir silah olarak klinik kullanıma girmiştir. Bu keşif; zatürre, menenjit, tüberküloz ve sepsis gibi ölümcül hastalıkların tedavisinde çığır açmış ve ortalama yaşam süresinin belirgin şekilde artmasına katkı sağlamıştır.

Ancak antibiyotiklerin yaygın, uygunsuz ve denetimsiz kullanımı, zaman içerisinde bakterilerde çeşitli direnç mekanizmalarının evrilmesine yol açmıştır. Bu durum, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 21. yüzyılın en ciddi küresel sağlık tehditlerinden biri olarak tanımlanan "antibiyotik direnci" krizini doğurmuştur. Günümüzde birçok patojen bakteri türü klasik antibiyotiklere karşı direnç kazanmış, bu da tedavi başarısını ciddi oranda düşürmüştür.

Bu bağlamda bilim dünyası, yeni ve daha etkili antimikrobiyal bileşiklerin keşfine yönelmiş; bu süreçte doğal antibiyotikler stratejik bir araştırma alanı olarak yeniden gündeme gelmiştir. Bitkiler, mikroorganizmalar ve hayvanlar tarafından doğal olarak sentezlenen bu biyobileşikler, genellikle çoklu etki mekanizmaları aracılığıyla patojenlerin çoğalmasını engellemekte veya hücre ölümünü indüklemektedir. Ayrıca doğal kaynaklı bu ajanlar, konakçı üzerindeki düşük toksisite potansiyelleri ve farklı biyolojik hedeflere bağlanabilme yetenekleriyle dikkat çekmektedir. Günümüzde doğal antibiyotikler, yalnızca geleneksel tıp uygulamalarında değil, aynı zamanda modern farmakolojinin ve klinik araştırmaların odağında yer almaktadır.

DOĞAL ANTİBİYOTİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Bitkisel Kaynaklı Antibiyotikler

Bitkiler, çevresel tehditlere ve patojenlere karşı savunma mekanizması olarak sekonder metabolitler sentezlerler. Bu bileşikler başlıca fenolik maddeler (flavonoidler, tanenler), alkaloidler, saponinler ve uçucu yağlardan oluşur:

- **Sarımsak (*Allium sativum*):** İçerdiği biyoaktif *allicin* bileşiği sayesinde *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. ve *Staphylococcus aureus* gibi hem Gram-pozitif hem Gram-negatif bakterilere karşı belirgin antimikrobiyal etki gösterir.
- **Kekik (*Thymus vulgaris*):** Karvakrol ve timol gibi monoterpenoidler açısından zengindir; bu bileşikler bakteriyel hücre zarlarının bütünlüğünü bozarak etki eder.

- **Zerdeçal (*Curcuma longa*):** İçeriğindeki kurkumin ve zerdeçal yağı bileşenleri sayesinde güçlü antiinflamatuvar ve antibakteriyel aktiviteye sahiptir (Negi et al., 1999).

Mikrobiyal Kaynaklı Antibiyotikler

Toprak mikroorganizmaları, doğal antibiyotiklerin en zengin biyolojik kaynağını oluşturur. Özellikle *Streptomyces* cinsine ait bakterilerden 60'tan fazla klinik öneme sahip antibiyotik izole edilmiştir:

- **Penisilin:** *Penicillium notatum* fungusu tarafından üretilir; Gram-pozitif bakterilere karşı etkilidir.
- **Streptomisin:** *Streptomyces griseus* tarafından sentezlenir; tüberküloz tedavisinde tarihsel ve klinik bir dönüm noktasıdır.
- **Tetrasiklin:** Bakteriyel protein sentezini inhibe ederek geniş spektrumlu antimikrobiyal etki sunar.

Hayvansal Kaynaklı Antibiyotikler

Hayvanlar, doğuştan gelen bağışıklık sistemlerinin bir parçası olarak Antimikrobiyal Peptitler (AMP) üretmektedir. AMP'ler, mikrobiyal zarları hedef alıp parçalayarak etki gösteren çok işlevli yapılardır (Zaiou, 2007):

- **Defensin ve Katelisidin:** İnsan cildinde, solunum yollarında ve mukozal yüzeylerde sentezlenen birincil savunma peptitleridir.
- **Melittin:** Arı zehirinde (*Apis mellifera*) bulunan, hücre zarında delikler açarak geçirgenliği artıran ve bakteri ölümüne yol açan bir peptittir.
- **Magainin:** Kurbağa derisinden (*Xenopus laevis*) izole edilen ve Gram-negatif bakterilere karşı yüksek etkinlik gösteren bir AMP sınıfıdır (Zasloff, 1987).

DOĞAL ANTİBİYOTİKLERİN ETKİ MEKANİZMALARI

1. **Hücre Duvarı Sentezinin İnhibisyonu:** Beta-laktam grubu antibiyotikler (penisilinler, sefalosporinler), bakteriyel hücre duvarının temel yapı taşı olan peptidoglikan zincirlerinin çapraz bağlanmasını engelleyerek hücrenin osmotik lizisle ölümüne neden olur.
2. **Hücre Zarının Yapısal ve İşlevsel Bozulması:** Bitkisel uçucu yağlar (karvakrol, eugenol) ve antimikrobiyal peptitler (AMP'ler), lipofilik özellikleri sayesinde bakteriyel hücre zarına penetre olarak zar bütünlüğünü bozar. Bu durum sitoplazmik sızıntıya ve metabolik çöküşe yol açar.
3. **Protein Sentezinin Engellenmesi:** Tetrasiklin, kloramfenikol ve streptomisin gibi moleküller, bakteriyel ribozomların 30S veya 50S alt birimlerine bağlanarak translokasyon ve translasyon süreçlerini inhibe eder.
4. **Nükleik Asit Sentezinin İnhibisyonu:** Alkaloidler ve kinolon türevi doğal bileşikler, DNA giraz ve topoizomeraz IV enzimlerini bloke ederek DNA replikasyonunu ve RNA transkripsiyonunu durdurur.
5. **Quorum Sensing ve Biyofilm İnhibisyonu:** Bitkisel sekonder metabolitler, bakterilerin kendi aralarında iletişim kurmasını sağlayan *quorum sensing* mekanizmalarını ve koruyucu biyofilm tabakası oluşturma yeteneklerini baskılayarak patojenleri antibiyotiklere karşı savunmasız hale getirir.

ANTİBİYOTİK DİRENCİNE KARŞI DOĞAL YAKLAŞIMLAR

Klasik antibiyotiklere karşı direnç gelişimi, tedavi seçeneklerini kısıtlayarak küresel boyutta bir kriz yaratmaktadır. Doğal antibiyotikler, çoklu hedef alanlarına etki etme yetenekleri sayesinde direnç mekanizmalarını bypass etme potansiyeline sahiptir.

Bitkisel kaynaklı moleküller (örneğin bazı flavonoid ve alkaloidler), bakterilerin ilaçları hücre dışına pompalamak için kullandığı *efflux* (dışa akış) pompalarını inhibe eder. Bu durum, hücre içi antibiyotik konsantrasyonunu artırarak dirençli bakterilerin tekrar duyarlı hale gelmesini sağlar (Tegos et al., 2002). Ayrıca, doğal antibiyotiklerin sentetik antibiyotiklerle kombinasyon halinde kullanımı sinerjistik etkiler yaratmakta; bu sayede hem gereken ilaç dozu düşürülmekte hem de olası yan etkiler ve direnç gelişme riski minimize edilmektedir.

KLİNİK VE ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR

- **Gıda Endüstrisi:** Nisin gibi mikrobiyal orijinli bakteriyosinler süt ve et ürünlerinde doğal koruyucu olarak kullanılırken; kekik, biberiye ve karanfil uçucu yağları gıda raf ömrünü uzatan doğal antimikrobiyal katkı maddeleri olarak değerlendirilmektedir.
- **Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp:** Sarımsak, çörek otu yağı, zerdeçal ve propolis gibi doğal ürünlerin tarihsel süreçte bilinen antimikrobiyal özellikleri, güncel klinik ve farmakolojik araştırmalarla doğrulanmaktadır.
- **Klinik Tedavi Stratejileri:** Doğal kökenli bir antimikrobiyal peptit olan Daptomisin gibi yeni nesil moleküller, çok ilaca dirençli (MDR) Gram-pozitif patojenlerin tedavisinde modern tıpta aktif olarak kullanılmaktadır.

GELECEK POTANSİYELİ VE ARAŞTIRMA YÖNLERİ

Doğal antibiyotiklerin klinik standartlara ulaşabilmesi ve farmasötik pazarda daha geniş yer bulabilmesi için şu araştırma eksenlerine odaklanılması gerekmektedir:

- **Peptit Mühendisliği:** Doğal AMP'lerin enzimatik degradasyona dayanıklı ve toksisitesi düşürülmüş sentetik türevlerinin tasarlanması.
- **Nanoteknolojik Taşıyıcı Sistemler:** Lipozom, nöral reaktörler veya nano-partiküller aracılığıyla doğal bileşiklerin kararlılık ve biyoyararlanımlarının artırılması.
- **Yüksek Verimli Tarama (HTS):** Biyoçeşitlilik kütüphanelerinden yeni antimikrobiyal moleküllerin hızlı ve etkin izolasyonu.
- **Mikrobiyom Dostu İlaç Tasarımı:** İnsan konakçı mikrobiyomuna zarar vermeyen, yalnızca patojene özgü hedeflenmiş doğal antibiyotiklerin geliştirilmesi.

SONUÇ

Doğal antibiyotikler, günümüzün en kritik sağlık sorunlarından biri olan antibiyotik direncine karşı umut vaat eden çözümlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bitkiler, mikroorganizmalar ve hayvansal kaynaklardan elde edilen doğal antimikrobiyal bileşikler, sahip oldukları çeşitli biyolojik aktiviteler sayesinde geniş bir mikrobiyal spektruma karşı etkili olabilmektedir. Özellikle geleneksel halk tıbbında uzun yıllardır kullanılan sarımsak, kekik, zerdeçal gibi bitkisel ürünlerin bilimsel çalışmalarla da antimikrobiyal etkinliğinin desteklenmesi, bu maddelerin modern tıpta yeniden değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Doğal antibiyotiklerin en önemli avantajlarından biri, çoklu etki mekanizmalarına sahip olmalarıdır. Bu özellik, bakterilerin tek bir hedefe yönelik direnç geliştirme ihtimalini azaltmakta ve tedavi etkinliğini artırmaktadır. Özellikle antimikrobiyal peptitler gibi doğal ürünler, hem hücre zarını bozarak bakteriyi doğrudan öldürmekte hem de bağışıklık sistemini aktive ederek ikincil bir savunma mekanizması sağlamaktadır (Zaiou, 2007). Aynı zamanda bazı doğal bileşiklerin antibiyotiklerle sinerjistik etkiler gösterdiği, efflux pompalarını inhibe ederek dirençli bakterilere karşı etkinliğini artırdığı çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Tegos et al., 2002).

Bununla birlikte doğal antibiyotiklerin yaygın klinik kullanımının önünde bazı bilimsel ve teknolojik engeller bulunmaktadır. Bu maddelerin farmakokinetik profillerinin net olarak belirlenmesi, toksikolojik etkilerinin detaylı şekilde araştırılması ve etki-spektrumlarının standartlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca birçok doğal bileşik, saf formda düşük biyoyararlanıma sahip olduğundan, uygun dozaj formlarının ve taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi gereklidir. Bu noktada, nanoteknoloji ve biyoteknoloji gibi disiplinler arası yaklaşımlar büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, doğal antibiyotikler hem farmasötik geliştirme açısından hem de halk sağlığının korunması bağlamında büyük potansiyele sahiptir. Ancak bu potansiyelin klinik olarak faydaya dönüştürülebilmesi için daha fazla preklinik, klinik ve farmasötik araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Doğal ürünlerin modern ilaç tasarım süreçlerine entegre edilmesi, hem direnç sorununa çözüm sunacak hem de doğadan gelen bu zengin kaynakların insanlık yararına daha etkin biçimde kullanılmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K., & Jena, B. S. (1999). Antibacterial activity of turmeric oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4297–4300.
2. Tegos, G. P., Stermitz, F. R., Lomovskaya, O., & Lewis, K. (2002). Multidrug pump inhibitors uncover remarkable activity of plant antimicrobials. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(10), 3133–3141.
3. Waksman, S. A. (1947). What is an antibiotic or an antibiotic substance? *Mycologia*, 39(5), 565–569.
4. Zaiou, M. (2007). Multifunctional antimicrobial peptides: therapeutic targets in several human diseases. *Journal of Molecular Medicine*, 85(4), 317–329.
5. Zasloff, M. (1987). Magainins, a class of antimicrobial peptides from Xenopus skin: isolation, characterization of two active forms, and partial cDNA sequence of a precursor. *Cell*, 50(1), 29–40.

FARMASÖTİK İLAÇ STABİLİTESİNİ TEHDİT EDEN ÇEVRESEL FAKTÖRLER: DEGRADASYON MEKANİZMALARI VE ANALİTİK DEĞERLENDİRMELER

ENVIRONMENTAL FACTORS THREATENING PHARMACEUTICAL DRUG STABILITY: DEGRADATION MECHANISMS AND ANALYTICAL ASSESSMENTS

Nazangül ÜNAL

Uşak Üniversitesi, Eczane Hizmetleri Programı, Şehit Alibey Mahallesi İnönü Bulvarı No:24 64600 Eşme/Uşak, Türkiye

https://orcid.org/0000-0001-9481-1354

ÖZET

İlaçların stabilitelerinin korunması ilaçların terapötik etkinliklerinin ve güvenliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. İlaçların üretiminden hastaya ulaştırılmasına kadar geçen süreçte, ilaçların maruz kaldığı sıcaklık, nem, ışık, oksijen, pH gibi çevresel faktörler, ilaç stabilitesini olumsuz etkileyerek ilaçların kimyasal yapısında geri dönüşümsüz değişikliklere ve ilacın bozunmasına sebep olabilir. Bu durum, ilacın raf ömrünün kısalmasına, terapötik etkinliğinin azalmasına ya da yok olmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda bozunma ürünlerinin ciddi advers etkiler göstermesine de neden olabilir.

İlaçlarda bozunmaya neden olan faktörler arasında yer alan ışık, özellikle UV-Vis, bazı ilaç etken maddelerinde fotokimyasal bozunmaya (fotodegredasyon) neden olarak etkin madde miktarında azalmaya ve bozunma ürünlerinin oluşumuna yol açar. İlaçlarda, sıcaklık artışı ve yüksek sıcaklıklara uzun süreli maruziyet ise birçok kimyasal reaksiyonun hızını artırarak bozunma süreçlerinin hızlanmasına neden olabilmektedir. Degradasyona nedenlerinden bir diğeri olan nem ise, özellikle neme duyarlı etkin maddeler ve farmasötik dozaj şekilleri açısından önemli bir stabilite faktörüdür. Nem; bozunma reaksiyonlarını hızlandırabilmekte, tablet ve kapsüllerde sertlik, dağılma ve çözünme gibi fiziksel özellikleri değiştirebilmekte ve etkin maddenin farmasötik performansını etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada; ilaç stabilitesini tehdit eden temel çevresel faktörler (sıcaklık, ışık, nem) ve bunlara bağlı degradasyon mekanizmaları bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Ayrıca ilaç etkin maddelerinin ve degradasyon ürünlerinin belirlenmesinde kullanılan başlıca güncel analitik yöntemler değerlendirilerek, ilaç stabilitesinin ve ürün kalitesinin korunmasında stabilite çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlaç stabilitesi, ilaç saklama koşulları, ilaç kalitesi, termal bozunma, fotodegradasyon

ABSTRACT

Maintaining the stability of drugs is crucial for ensuring their therapeutic efficacy and safety. Throughout the process from drug production to delivery to the patient, environmental factors such as temperature, humidity, light, oxygen, and pH can negatively affect drug stability, leading to irreversible changes in the chemical structure and

degradation of the drug. This situation not only shortens the shelf life of the drug, reduces or eliminates its therapeutic efficacy, but can also cause serious adverse effects from its degradation products.

Among the factors responsible for pharmaceutical degradation, exposure to light, specifically in the UV-Vis spectrum, induces photodegradation in certain active pharmaceutical ingredients, resulting in a loss of active potency and the generation of degradation products. In pharmaceuticals, increased temperatures and prolonged exposure to high temperatures can accelerate degradation processes by increasing the rate of many chemical reactions. Moisture, another cause of degradation, is a significant stability factor, especially for moisture-sensitive active ingredients and pharmaceutical dosage forms. Moisture can accelerate degradation reactions, alter physical properties such as hardness, disintegration, and solubility in tablets and capsules, and affect the pharmaceutical performance of the active ingredient.

This study comprehensively addresses the fundamental environmental factors (temperature, light, humidity) threatening drug stability and their associated degradation mechanisms. Furthermore, the main current analytical methods used in the identification of drug active ingredients and degradation products are evaluated, emphasizing the importance of stability studies in maintaining drug stability and product quality.

Keywords: Drug stability, drug storage conditions, drug quality, thermal degradation, photodegradation

BAĞIRSAK-BEYİN EKSENİNDE PROBİYOTİKLERİN BARİYER BÜTÜNLÜĞÜ VE NÖROİNFLAMASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF PROBIOTICS ON BARRIER INTEGRITY AND NEUROINFLAMMATION ALONG THE GUT-BRAIN AXIS

Öğr. Gör. Dr. Sibel SÖYLEMEZ

Gazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Ankara, Türkiye

Gazi Üniversitesi Prof. Dr. Aziz Sancar Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, Türkiye

ORCID 0000-0002-5005-2277

Prof. Dr. Orhan CANBOLAT

Gazi Üniversitesi Prof. Dr. Aziz Sancar Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, Türkiye

3 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Orhan Canbolat: ORCID 0000-0002-5916-2675

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bağırsak epitel bariyeri ve kan-beyin bariyerindeki bozulma, mikrobiyal ürünlerin ve proinflamatuvar mediyatörlerin sistemik dolaşıma ve merkezi sinir sistemine geçişini kolaylaştırarak nöroinflamasyona katkıda bulunabilir. Bu çalışmanın amacı, probiyotiklerin bağırsak-beyin ekseninde bariyer bütünlüğü ve nöroinflamasyonla ilişkili biyobelirteçler üzerindeki etkilerini güncel birincil araştırmalar temelinde değerlendirmektir.

Yöntem: PubMed veri tabanında Ocak 2017-Ağustos 2026 döneminde yayımlanan İngilizce deneysel ve klinik araştırmalar; probiotic, intestinal barrier, blood-brain barrier, neuroinflammation, zonulin, MUC2, claudin-5, GFAP ve lipopolysaccharide anahtar sözcükleri kullanılarak tarandı. Derlemeler dışlandı; uygun birincil çalışmalar suş, model ve değerlendirilen biyobelirteçler açısından incelenerek bulgular nitel olarak sentezlendi.

Bulgular: Lactobacillus ve Bifidobacterium türleri ile çoklu suş preparatlarını inceleyen çalışmaların önemli bölümünde MUC2 üretiminin ve sıkı bağlantı proteinlerinin arttığı, bağırsak geçirgenliği ile dolaşımdaki lipopolisakkarit ve inflamatuvar sinyallerin azaldığı bildirildi. Bu değişikliklere interlökin-6 ve tümör nekroz faktörü-alfa düzeylerinde azalma, kan-beyin bariyeri proteinlerinin korunması ve astrosit/mikroglia aktivasyonunun baskılanması eşlik etti. Claudin-5 ve glial fibriler asidik protein ile ilişkili bulgular, bariyer bütünlüğü ile glial yanıt arasındaki bağlantıyı destekledi. Bununla birlikte, bazı klinik çalışmalarda serum zonulini, bağırsak geçirgenliği veya inflamatuvar belirteçlerde anlamlı değişiklik saptanmaması, etkinin suşa, doza, uygulama süresine ve konak özelliklerine bağlı olduğunu gösterdi.

Sonuç: Probiyotikler, mukus tabakasını ve sıkı bağlantıları güçlendirip endotoksemi ile sistemik inflamasyonu sınırlayarak nöroinflamasyonu dolaylı biçimde azaltabilir. Ancak klinik kullanıma aktarılabilirlik için zonulin, lipopolisakkarit, interlökin-6/interlökin-8, MUC2, claudin-5 ve glial fibriler asidik proteini birlikte değerlendiren, suş-özgül ve iyi kontrollü çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler: Probiyotikler; bağırsak-beyin ekseni; bağırsak bariyeri; kan-beyin bariyeri; nöroinflamasyon

ABSTRACT

Background and Objective: Disruption of the intestinal epithelial barrier and the blood-brain barrier may facilitate the passage of microbial products and proinflammatory mediators into the systemic circulation and central nervous system, thereby contributing to neuroinflammation. This study aimed to evaluate the effects of probiotics on biomarkers of barrier integrity and neuroinflammation along the gut-brain axis based on recent primary research.

Methods: Experimental and clinical studies published in English between January 2017 and August 2026 were searched in PubMed using the terms probiotic, intestinal barrier, blood-brain barrier, neuroinflammation, zonulin, MUC2, claudin-5, GFAP, and lipopolysaccharide. Reviews were excluded. Eligible primary studies were examined according to strain, model, and assessed biomarkers, and their findings were qualitatively synthesized.

Results: In a substantial proportion of studies investigating Lactobacillus and Bifidobacterium species or multistrain preparations, probiotics increased MUC2 production and tight-junction proteins while reducing intestinal permeability, circulating lipopolysaccharide, and inflammatory signaling. These changes were accompanied by lower interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha levels, preservation of blood-brain barrier proteins, and attenuation of astrocyte and microglial activation. Findings related to claudin-5 and glial fibrillary acidic protein supported a link between barrier integrity and glial responses. However, the absence of significant changes in serum zonulin, intestinal permeability, or inflammatory markers in some clinical studies indicated that efficacy depends on strain, dose, intervention duration, and host characteristics.

Conclusion: Probiotics may indirectly attenuate neuroinflammation by reinforcing the mucus layer and tight junctions and by limiting endotoxemia and systemic inflammation. Nevertheless, translation into clinical practice requires strain-specific, well-controlled studies that jointly assess zonulin, lipopolysaccharide, interleukin-6/interleukin-8, MUC2, claudin-5, and glial fibrillary acidic protein.

Keywords: Probiotics; gut-brain axis; intestinal barrier; blood-brain barrier; neuroinflammation

EVALUATION OF THE EFFECTS OF COLLAGEN ON TUMOR SUPPRESSOR PROTEINS IN BREAST CANCER CELLS

Gülhan ÜNLÜ

Ahi Evran University, Medical Faculty, Kirsehir, Turkiye

ORCID: 0000-0003-0133-761X

Ayşe Nur COŞKUN DEMİRKALP

Ahi Evran University, Vocational School of Health Services, Kırşehir, Turkiye

ORCID: 0000-0002-8125-7670

ABSTRACT

Introduction: Collagen is a major component of the extracellular matrix and plays important roles in various biological processes, including cell proliferation, differentiation, adhesion, and cell cycle regulation. Increased collagen deposition in the tumor microenvironment may affect cancer cell behavior and cellular signaling pathways. p53 and p21 are important proteins involved in cell cycle regulation, cellular stress responses, and control of cell proliferation.

Objective: This study aimed to investigate the concentration-dependent effects of commercially obtained pure collagen on p53 and p21 protein levels in the human breast cancer cell line MCF-7.

Methods: MCF-7 cells were used in the study. Commercially obtained pure collagen was applied to the cells at concentrations of 2.5, 5, 10, and 15 µg/mL, with an untreated control group included. Following collagen treatment, the cells were incubated for 48 hours. At the end of the incubation period, p53 and p21 protein levels were evaluated in cell lysates using the enzyme-linked immunosorbent assay method. Changes in protein levels associated with collagen exposure were assessed by comparing the different collagen treatment groups with the control group.

Results: The effects of pure collagen at different concentrations on p53 and p21 protein levels in MCF-7 cells were evaluated. The obtained data enabled the determination of concentration-dependent changes in p53 and p21 protein levels following collagen treatment.

Conclusion: This study provides experimental data on the biological effects of pure collagen in breast cancer cells through the evaluation of p53 and p21 protein levels. The findings may contribute to understanding the potential role of collagen in the regulation of cell cycle-related processes and cellular responses in cancer cells.

Keywords: Collagen, MCF-7, p53, p21, breast cancer

INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIDIABETIC ACTIVITIES OF *ARMERIA TROJANA* USING *IN VITRO* METHODS

Asst. Prof. Dr. Semih BULUT

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-4098-0221

ABSTRACT

Diabetes is a disease characterized by hyperglycemia. The most common types of diabetes are classified as type 1 diabetes, type 2 diabetes, and gestational diabetes. Medicinal plants are being investigated for the treatment of diabetes due to their advantages. *Armeria trojana* Bokhari & Quézel is a species that grows naturally in Turkey and belongs to the Plumbaginaceae family. The aim of this study was to investigate the antioxidant and antidiabetic activities of an 80% ethanol extract prepared from the aerial parts of *A. trojana*. Additionally, the total phenolic and total flavonoid contents of the extract were determined using a UV-Vis spectrophotometric method. The antioxidant activity of the extract was evaluated using the FRAP, TAC, DPPH and ABTS radical scavenging assays, while its antidiabetic activity was evaluated using enzyme inhibition assays. The reducing power absorbance value of *A. trojana* extract was found to be 1.554 ± 0.01. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the extract at a concentration of 2 mg/mL were determined to be 70.89 ± 0.62% and 43.98 ± 0.51%, respectively. Furthermore, the inhibition rates of the extract of the aerial parts against α-amylase and α-glucosidase enzymes were found to be 62.56 ± 1.52% and 30.74 ± 2.85%, respectively. To the best of our knowledge, this study is the first to demonstrate the antioxidant and antidiabetic potential of *A. trojana*. In light of all the findings, it was concluded that this extract could be a significant source of antioxidant agents and that further studies are needed to elucidate its antidiabetic activity through different mechanisms.

Keywords

Armeria, α-amylase, α-glucosidase, antioxidant, enzyme inhibition

INTRODUCTION

Diabetes is a chronic disease that develops due to impaired insulin secretion or insulin resistance. Diabetes is characterized by high blood sugar and has serious complications. The prevalence of this disease has quadrupled over the past 30 years (Shobha et al., 2026). This disease affects approximately 400 million people worldwide (Kumaravelu et al., 2025). Antidiabetic drugs are frequently used in the management of diabetes (Stein et al., 2013). However, these drugs have side effects such as urinary tract infections, diabetic ketosis, vitamin B12 deficiency, constipation, vomiting, diarrhea, and nausea (Muliasari et al., 2026). Due to these side effects of antidiabetic drugs, researchers have turned to natural sources in recent years. Medicinal plants offer advantages in diabetes management due to their easy availability, low cost, and profile of minimal side effects. Medicinal plants may exhibit antidiabetic activity due to the presence of flavonoids, alkaloids, carotenoids, saponins, and terpenoids (Salehi et al., 2019). Plant phenolics play an important role in

alleviating diabetes, in which free radical levels are elevated, due to their strong antioxidant activity (Sarian et al., 2017).

The genus *Armeria* (DC.) Willd., belonging to the Plumbaginaceae family, is represented by 101 species worldwide, and these plants are naturally distributed in regions of Asia, Europe, the Middle East, America, Africa (Plants of the World Online, 2026). One of these species is *Armeria trojana* Bokhari & Quézel, which grows in Türkiye (Plants of the World Online, 2026). Plumbaginaceae plants contain flavonoids, naphthoquinones, terpenoids, and steroids (Hasan et al., 2026). Plants belonging to this family may exhibit antiinflammatory, antidiabetic, antimicrobial, anticancer and antioxidant effects (Hasan et al., 2026; Panichayupakaranant & Ahmad, 2016). This study aimed to investigate the antioxidant and antidiabetic activities of the aerial parts of *A. trojana*. The antioxidant effect of the extract was evaluated using total antioxidant capacity (TAC), ferric reducing power (FRAP), and ABTS and DPPH radical scavenging activity assays. Enzyme inhibition assays were used to investigate the antidiabetic activity.

MATERIAL AND METHODS

Plant Material and Extraction

The plant material was identified and collected by Ahmet Kahraman (Usak University, Turkey) from Edremit, Balıkesir. Voucher specimens are deposited in the GUL Herbarium, Isparta (Herbarium no: GUL 95/6/4-1). Subsequently, the dried aerial parts (5 g) were extracted with 80% ethanol (100 mL). Subsequently, a crude extract was obtained using an evaporator.

Antioxidant Activity

ABTS scavenging activity

Phosphate buffer (pH 7.4) was added to the mixture consisting of ABTS (7 mM) and $K_2S_2O_8$ (2.45 mM) solutions. After the extracts were mixed with the final mixture, absorbance was measured at 734 nm (Orhan et al., 2017).

DPPH scavenging activity

A DPPH (1 mM) solution was added to the extract, and the mixture was incubated in the dark for 30 min. After the time had elapsed, the absorbance was readed at 520 nm (Jung et al., 2011).

Ferric reducing power (FRAP)

After adding pH 7.2 sodium phosphate buffer and 1% $K_3[Fe(CN)_6]$ to the extract, the mixture was allowed to react at 37°C. At the end of the incubation period, trichloroacetic acid (10%) was added to the mixture, and the absorbance was readed at 700 nm. Subsequently, $FeCl_3$ was added to the mixture, and the absorbance was measured a second time (Orhan et al., 2017).

Total antioxidant capacity (TAC)

Molybdate reagent was added to the extract (1 mg/mL). Subsequently, the mixture was reacted at 90°C for 90 min. After the time had elapsed, the absorbance was measured at 695 nm (Prieto et al., 1999).

Chemical Composition Analysis

Total phenolic content (TPC)

After adding the Folin-Ciocalteu reagent (10%) to the extract, the mixture was incubated at 25°C. Subsequently, Na_2CO_3 (7.5%) was added to the mixture, and it was left to incubate for 30 min. After the time had elapsed, the absorbance was readed at 735 nm (Zongo et al., 2010).

Total flavonoid content (TFC)

$AlCl_3$ (10%), CH_3COONa solution (1 M), and ethanol (96%) were added to the extract in that order, and the final volume was adjusted to 1 mL with distilled water. After the mixture was allowed to react for 30 min, the absorbance was measured at 415 nm. (Kosalec et al., 2004).

Enzyme Inhibition Tests

α-Amylase inhibitory activity

α-Amylase and buffer (pH 6.9) were added to the extract. Subsequently, potato starch (2.5%) was added to the mixture, and it was left to incubate for 15 min. Following the incubation process, 5.31 M sodium potassium tartrate and 96 mM 3,5-dinitrosalicylic acid were added, and the mixture was reacted at 80°C for 40 min. At the end of the time period, cold water was added to the mixture and the absorbance was measured at 540 nm (Ali et al., 2006).

α-Glucosidase inhibitory activity

α-Glucosidase and buffer (pH 6.5) were added to the extract, and the mixture was allowed to react at 37°C for 15 min. Subsequently, substrate (20 mM) was added to the mixture, and the mixture was incubated at 37°C for 35 min. After the time had elapsed, the absorbance was measured at 405 nm (Lam et al., 2008).

RESULTS AND DISCUSSION

The antioxidant activity of the extract was evaluated using 4 methods. When the ABTS scavenging activity results were examined, the extract (2 mg/mL) exhibited 43.98% ± 0.51 inhibition, while gallic acid showed 98.94% ± 0.44 inhibition (Table 1).

Table 1. ABTS scavenging activity results

	Inhibition % ± SD			
Concentration	0.25 mg/mL	0.5 mg/mL	1 mg/mL	2 mg/mL
Extract	24.65 ± 2.12***	22.94 ± 1.27***	30.15 ± 0.93***	43.98 ± 0.51***
Gallic acid	96.74 ± 0.54***	96.83 ± 0.29***	97.22 ± 0.58***	98.94 ± 0.44***

***$p<0.001$, The comparison was performed against the negative control.

Furthermore, the radical scavenging activity of the extract was also evaluated using the DPPH scavenging activity assay. The results of this study demonstrated that the extract (2 mg/mL) strongly inhibited the DPPH radical (Table 2).

Table 2. DPPH scavenging activity results

	Inhibition % ± SD			
Concentration	0.25 mg/mL	0.5 mg/mL	1 mg/mL	2 mg/mL
Extract	46.56 ± 4.70***	55.79 ± 0.59***	64.32 ± 3.29***	70.89 ± 0.62***
Ascorbic acid	81.37 ± 1.23***	82.93 ± 1.60***	85.59 ± 3.10***	88.69 ± 2.34***

***p<0.001, The comparison was performed against the negative control.

When the FRAP of the extract was examined, the highest absorbance value was found to be 1.554 ± 0.01. It was observed that the FRAP absorbance values of quercetin ranged from 3.010 to 3.282 (Table 3).

Table 3. Ferric reducing power results

	Ferric reducing power absorbance ± SD			
Concentration	0.25 mg/mL	0.5 mg/mL	1 mg/mL	2 mg/mL
Extract	0.223 ± 0.01***	0.437 ± 0.03***	0.806 ± 0.05***	1.554 ± 0.01***
Quercetin	3.010 ± 0.04***	3.127 ± 0.01***	3.181 ± 0.01***	3.282 ± 0.01***

***p<0.001, The comparison was performed against the negative control.

The TAC of the extract was calculated as 133.54 ± 5.71 mg AAE/g extract. Furthermore, the TPC of the extract was found to be higher than the TFC (Table 4).

Table 4. Results of TPC, TFC and TAC

	TAC (mg AAE/g extract ± SD)	TPC (mg GAE/g extract ± SD)	TFC (mg QE/g extract ± SD)
Extract	133.54 ± 5.71	52.03 ± 2.88	45.30 ± 2.04

AAE: equivalent ascorbic acid, QE: equivalent quercetin, GAE: equivalent gallic acid

To the best of our knowledge, the antioxidant activity of *A. trojana* has been elucidated for the first time in this study. In a previous study, the antioxidant activity of the ethyl acetate and *n*-butanol fractions of the aerial parts of *A. maritima* was evaluated using the ORAC (oxygen radical absorbance capacity) assay. The results showed that both fractions possessed high antioxidant capacity (12.6 and 8.2 mmol TE/g, respectively) (Gourguillon et al., 2016). In another study, the antioxidant activity of the leaves, peduncles and flowers of *A. pungens* was evaluated. The research results showed that the leaf ethanol extract exhibited the strongest DPPH and ABTS scavenging activity (IC_{50}: 83.7 and 146 µg/mL, respectively) (Rodrigues et al., 2018). Similar to other *Armeria* species, the aerial parts of *A. trojana* were found to exhibit strong DPPH and moderate ABTS scavenging activity. Therefore, this extract can be a significant source of antioxidants.

The determination of the antidiabetic activity of the extract was investigated at 4 concentrations. The extract exhibited weaker α-glucosidase inhibitory activity compared to acarbose at all concentrations. At the same time, the α-amylase effect of the *A. trojana* was found to be higher than its α-glucosidase effect. The α-amylase and α-glucosidase enzyme inhibition values of the *A. trojana* were found to be 62.56 ± 1.52% and 30.74 ± 2.85%, respectively (Table 5).

Table 5. Enzyme inhibition results

		% inhibitory activity ± SD	
Samples	Concentration	α-amylase	α-glucosidase
Extract	0.25	1.65 ± 0.71^{ns}	-
	0.5	$27.75 \pm 0.56^{***}$	3.89 ± 0.56^{ns}
	1	$37.14 \pm 3.93^{***}$	$15.19 \pm 3.70^{***}$
	2	$62.56 \pm 1.52^{***}$	$30.74 \pm 2.85^{***}$
Acarbose	0.25	$88.37 \pm 1.97^{***}$	$98.65 \pm 1.18^{***}$
	0.5	$91.46 \pm 1.06^{***}$	$98.92 \pm 2.61^{***}$
	1	$95.53 \pm 0.61^{***}$	$99.28 \pm 0.78^{***}$
	2	$98.21 \pm 1.34^{***}$	$99.73 \pm 0.97^{***}$

^{ns}: Not statistically significant; -: No activity; $^{***}p<0.001$, The comparison was performed against the negative control.

The enzymes α-amylase and α-glucosidase play an important role in carbohydrate digestion. Inhibition of these two enzymes can prevent the rise in postprandial blood sugar and regulate blood glucose levels (Tundis et al., 2010). Therefore, medicinal plants that inhibit α-amylase and α-glucosidase can be important resources for type 2 diabetes (Thilagam et al., 2013; Tundis et al., 2010). At the same time, medicinal plants can contribute to the treatment of diabetes due to their potent antioxidant effects (Dilworth et al., 2024; Sarian et al., 2017). A previous study reported that the ethanolic flower extract of *A. pungens* strongly inhibits α-glucosidase (IC_{50}: 26.7 µg/mL) (Rodrigues et al., 2018). The results of this study indicate that the *A. trojana* extract possesses moderate α-amylase and weak α-glucosidase inhibitory activity. Therefore, this extract exerts its antidiabetic effect through various mechanisms. The antidiabetic activity of the extract needs to be investigated using various tests in addition to α-glucosidase and α-amylase inhibition assays.

CONCLUSION

This study elucidated the antioxidant and antidiabetic effects of the aerial parts of *A. trojana*. The extract possesses significant antioxidant and α-amylase inhibitory activity. Therefore, *A. trojana* could be a natural resource for the cosmetic and food industries. It was concluded that further research is needed to investigate the antioxidant and antidiabetic effects of the extract.

REFERENCES

Ali, H., Houghton, P. J., & Soumyanath, A. (2006). alpha-Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *J Ethnopharmacol*, *107*(3), 449-455.

Dilworth, L., Stennett, D., Facey, A., Omoruyi, F., Mohansingh, S., & Omoruyi, F. O. (2024). Diabetes and the associated complications: The role of antioxidants in diabetes therapy and care. *Biomed Pharmacother*, *181*, 117641.

Gourguillon, L., Cattuzzato, L., Lavaud, C., & Lobstein, A. (2016). Biological properties and phytochemical analysis of the halophyte *Armeria maritima* Willd. (Plumbaginaceae). *Planta Medica*, *82*(S 01).

Hasan, M., Hasan, N., Moussa, N., Hwija, I., Mossa, Y., & Singab, A. N. (2026). Hexane extract of *Plumbago europaea* L. aerial parts: phytochemical screening and antibacterial activity. *RSC Advances*, *16*(21), 18921-18930.

Jung, H. A., Jin, S. E., Choi, R. J., Manh, H. T., Kim, Y. S., Min, B. S., Son, Y. K., Ahn, B. R., Kim, B. W., Sohn, H. S., & Choi, J. S. (2011). Anti-tumorigenic activity of sophoflavescenol against Lewis lung carcinoma in vitro and in vivo. *Arch Pharm Res*, *34*(12), 2087-2099.

Kosalec, I., Bakmaz, M., Pepeljnjak, S., & Vladimir-Knezevic, S. (2004). Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta Pharm*, *54*(1), 65-72.

Kumaravelu, P., Shanmugam, R., & Jayakodi, S. (2025). Advancements in Medicinal plant-derived trace element nanoparticles for diabetes mellitus therapy. *BioNanoScience*, *15*, 429.

Lam, S. H., Chen, J. M., Kang, C. J., Chen, C. H., & Lee, S. S. (2008). alpha-Glucosidase inhibitors from the seeds of *Syagrus romanzoffiana*. *Phytochemistry*, *69*(5), 1173-1178.

Muliasari, H., Yeshi, K., Oelgemöller, M., Loukas, A., Crayn, D., & Wangchuk, P. (2026). Australian tropical medicinal plants and their phytochemicals with wound healing and antidiabetic properties. *Phytochemistry Reviews*, *25*, 393-435.

Orhan, N., Deliorman Orhan, D., Gokbulut, A., Aslan, M., & Ergun, F. (2017). Comparative analysis of chemical profile, antioxidant, in-vitro and in-vivo antidiabetic activities of *Juniperus foetidissima* Willd. and *Juniperus sabina* L. *Iran J Pharm Res*, *16*(Suppl), 64-74.

Panichayupakaranant, P., & Ahmad, M. I. (2016). Plumbagin and its role in chronic diseases. In: Gupta, S., Prasad, S., Aggarwal, B. (eds) Drug discovery from mother nature. *Advances in Experimental Medicine and Biology,*, *929*, Springer.

Plants of the World Online. (2026). *Armeria* (DC.) Willd. Retrieved 2.09.2026 from https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30024238-2

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem*, *269*(2), 337-341.

Rodrigues, M. J., Pereira, C. A., Oliveira, M., Neng, N. R., Nogueira, J. M., Zengin, G., Mahomoodally, M. F., & Custódio, L. (2018). Sea rose (*Armeria pungens* (Link) Hoffmanns. & Link) as a potential source of innovative industrial products for anti-ageing applications. *Industrial Crops and Products*, *121*, 250-257.

Salehi, B., Ata, A., Kumar, N. V. A., Sharopov, F., Ramirez-Alarcon, K., Ruiz-Ortega, A., Abdulmajid Ayatollahi, S., Tsouh Fokou, P. V., Kobarfard, F., Amiruddin Zakaria, Z., Iriti, M., Taheri, Y., Martorell, M., Sureda, A., Setzer, W. N., Durazzo, A., Lucarini, M., Santini, A., Capasso, R.,…Sharifi-Rad, J. (2019). Antidiabetic potential of medicinal plants and their active components. *Biomolecules*, *9*(10), 551.

Sarian, M. N., Ahmed, Q. U., Mat So'ad, S. Z., Alhassan, A. M., Murugesu, S., Perumal, V., Syed Mohamad, S. N. A., Khatib, A., & Latip, J. (2017). Antioxidant and antidiabetic effects of flavonoids: a structure-activity relationship based study. *Biomed Res Int*, *2017*, 8386065.

Shobha, T., Pradeep, S., Patil, S., Subramanya, J., & Mitra, G. B. S. (2026). A data-driven machine learning model for effective diabetes diagnosis. *Sci Rep*, *16*, 27245.

Stein, S. A., Lamos, E. M., & Davis, S. N. (2013). A review of the efficacy and safety of oral antidiabetic drugs. *Expert Opin Drug Saf*, *12*(2), 153-175.

Thilagam, E., Parimaladevi, B., Kumarappan, C., & Mandal, S. C. (2013). alpha-Glucosidase and alpha-amylase inhibitory activity of *Senna surattensis*. *Innovations in Acupuncture and Medicine*, *6*, 24-30.

Tundis, R., Loizzo, M. R., & Menichini, F. (2010). Natural products as a-amylase and a-glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: an update. *Mini Rev Med Chem*, *10*(4), 315-331.

Zongo, C., Savadogo, A., Ouattara, L., Bassole, I. H. N., Ouattara, C. A. T., Ouattara, A. S., Barro, N., Koudou, J., & Traore, A. S. (2010). Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of *Ampelocissus grantii* (Baker) Planch. (Vitaceae): A medicinal plant from Burkina Faso. *International Journal of Pharmacology*, *6*(6), 880-887.

PHARMACY STUDENTS' KNOWLEDGE LEVELS REGARDING ALZHEIMER'S DISEASE: A CROSS-SECTIONAL SURVEY STUDY

Assoc. Prof. Dr. Aslınur ALBAYRAK

Department of Clinical Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Suleyman Demirel University, Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5862-4746

ABSTRACT

Background: Pharmacist-led interventions improve medication management, quality of life, and health outcomes in individuals with Alzheimer's and dementia, while also providing economic benefits to the healthcare system. Therefore, it is important to determine the awareness of pharmacy students, as future pharmacists, on this issue.

Aim: The aim of this study was to determine the level of knowledge about Alzheimer's disease among undergraduate pharmacy students.

Methods: This online survey was conducted at a pharmacy faculty in Türkiye between April 13-22, 2026.The Turkish validated version of the Alzheimer's Disease Knowledge Scale (ADKS) was used. ADKS is a scale consisting of 30 true-false questions. Correct answers were scored as 1, and incorrect answers as 0. Statistical analyses were performed using SPSS Version 20. Ethics committee approval has been obtained (Date:05.03.2026, No:113/26).

Results: A total of 110 students from the 3rd and 4th grades participated in the study. 67.2% of the participants were female. The vast majority of participants (95%) knew that Alzheimer's disease is a type of dementia, and most (84%) knew it was incurable. 68% of participants correctly answered "no" to the statement that Alzheimer's patients remember recent events better than past events. The mean ADKS score of the participants was 18.77 ± 2.94. Female students and those who had previously taken lessons or training related to Alzheimer's/dementia scored statistically higher ($p<0.05$).

Conclusion: The knowledge level of pharmacy students was found to be average. The results highlight the importance of including Alzheimer's/dementia disease in the curriculum. To increase students' awareness of this issue, community pharmacy projects such as nursing home visits and public awareness campaigns can be implemented.

Keywords: Alzheimer’s diseases, knowledge, pharmacy students.

HIV SEROPOZITIFLIĞININ GÜNCEL EPIDEMIYOLOJIK PROFILI: CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESI HASTANESI 2023–2026 VERILERI

HIV CURRENT EPIDEMIOLOGICAL PROFILE OF HIV SEROPOSITIVITY: CERRAHPAŞA FACULTY OF MEDICINE HOSPITAL DATA 2023–2026

Assoc. Prof. Dr. Tevhide ZIVER SARP

Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

ORCID: 0000-0002-7338-1292

Ferhat Osman DAŞDEMIR

İstanbul Arel Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0003-3836-1680

Bekir KOCAZEYBEK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0003-1072-3846

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Ocak 2023–Haziran 2026 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Merkez Laboratuvarı Seroloji/ELISA Birimine Anti-HIV-1/2 test istemi ile başvuran bireylerde HIV seroprevalansının belirlenmesi, HIV tarama ve doğrulama testi sonuçlarının değerlendirilmesi ve seropozitifliğin yaş, cinsiyet ve yıllara göre dağılımının retrospektif olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal-Metod: Anti-HIV-1/2 test istemi ile başvuran hastaların serum örneklerinde kemilüminesans mikropartikül immunoassay(CMIA) yöntemi kullanılarak HIV-1/-2 antikorlarının ve p24 antijenlerinin varlığı araştırılmıştır. İlk testte reaktivite saptanan hastalarda, aynı kit ile test tekrarı yapılmıştır.Tekrarlayan ve reaktivite saptanan hastaların doğrulanmasında WB/LIA yöntemi kullanılmıştır. Bu test sonucunda en az iki zarf proteininin veya p24 antijen bandı ile en az bir zarf protein bandının varlığı pozitif olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Çalışmada, Ocak 2023-Haziran 2026 yılları arasında toplam 138,578 olgu retrospektif olarak değerlendirilmiş ve bunların 149'unda (%0,11) WB/LIA ile doğrulanmış HIV-1/2 pozitif saptanmıştır. Pozitif örneklerin tamamında sgp120 ve gp41 bant pozitifliği saptanmış ve böylece HIV-1 pozitifliği doğrulanmıştır. Olguların %86,6'sının erkek, %13,4'ünün kadın olduğu; yaş gruplarına göre %36,2'sinin 19–30, %38,9'unun 31–50, %21,5'inin 51–64 ve %3,4'ünün ≥65 yaş grubunda yer aldığı

belirlenmiştir. Yıllara göre dağılım incelendiğinde ise olguların %31,5'inin 2023, %38,9'unun 2024, %12,8'inin 2025 ve %16,8'inin 2026 yılına ait olduğu saptanmıştır.

Sonuç: Bu çalışma, 2023–2026 döneminde İstanbul'daki HIV-1/2 seropozitifliğinin güncel demografik ve zamansal dağılımını ortaya koymaktadır. Yeni HIV enfeksiyonlarının global düzeyde azalma eğiliminde olduğu bildirilse de, HIV sürveyansı önemini korumaktadır. İstanbul gibi yoğun nüfus hareketliliği olan bir metropolde HIV seroprevalansının düzenli olarak izlenmesi, erken tanının desteklenmesi ve koruyucu sağlık stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anti-HIV, WB, LIA, ELISA, HIV

ABSTRACT

Aim: This study aimed to determine HIV seroprevalence among individuals tested for Anti-HIV-1/2 at the Serology/ELISA Unit of the Central Laboratory of Medical Microbiology, Istanbul University-Cerrahpaşa Faculty of Medicine, between January 2023 and June 2026, to evaluate HIV screening and confirmatory test results, and to retrospectively analyze seropositivity by age, sex, and year.

Materials and Methods: Serum samples were tested for HIV-1/2 antibodies and p24 antigen using chemiluminescent microparticle immunoassay(CMIA). Initially reactive samples were retested using the same assay, and repeatedly reactive samples were confirmed by Western blot/line immunoassay(WB/LIA). Results were considered positive when at least two envelope protein bands or the p24 antigen band together with at least one envelope protein band were detected.

Results: A total of 138,578 cases were retrospectively evaluated, of whom 149 (0.11%) were confirmed as HIV-1/2 positive by WB/LIA. All positive samples showed sgp120 and gp41 reactivity, confirming HIV-1 positivity. Of the positive cases, 86.6% were male and 13.4% female. Regarding age distribution, 36.2% were aged 19–30 years, 38.9% were 31–50 years, 21.5% were 51–64 years, and 3.4% were ≥65 years. Of the cases, 31.5% were identified in 2023, 38.9% in 2024, 12.8% in 2025, and 16.8% in 2026.

Conclusion: This study provides current data on the demographic and temporal distribution of HIV-1/2 seropositivity in Istanbul between 2023 and 2026. Although new HIV infections are declining globally, HIV surveillance remains essential. Regular monitoring of HIV seroprevalence in a highly mobile metropolis such as Istanbul is important for supporting early diagnosis and guiding preventive public health strategies.

Keywords: Anti-HIV, WB, LIA, ELISA, HIV

NİKEL SÜLFATIN ($NiSO_4$) HEPG2 HÜCRELERİNDE SİTOTOKSİK VE OKSİDATİF ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE CYTOTOXIC AND OXIDATIVE EFFECTS OF NICKEL SULFATE ($NiSO_4$) IN HEPG2 CELLS

Dr. Öğr. Üyesi Muazzez DERYA-ANDEDEN

Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı.

ORCID: 0000-0003-4390-5769

ÖZET

Ağır metallerden biri olan nikel, endüstriyel kullanımı nedeniyle çevresel ve mesleki maruziyet riski taşımakta ve özellikle karaciğer üzerinde toksik etkiler göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, HepG2 hücrelerinde nikel sülfatın ($NiSO_4$) neden olduğu hepatoselüler hasarı, hücre canlılığı ve oksidatif stres belirteçleri üzerinden incelemektir. HepG2 hücreleri, farklı konsantrasyonlarda (0-800 µM) NiSO4'a 24 saat süreyle maruz bırakıldı. Hücre canlılığı MTT testi ile belirlendi ve IC50 değeri hesaplandı. Belirlenen dozlarda muamele sonrası, reaktif oksijen türleri (ROS) DCFH-DA yöntemiyle, oksidatif denge ise Total Antioksidan Kapasite (TAC) ve Total Oksidan Durum (TOS) kitleri kullanılarak ölçüldü, Oksidatif Stres İndeksi (OSI) hesaplandı. İstatistiksel değerlendirmeler One-way ANOVA analizi ile gerçekleştirildi. MTT sonuçlarına göre $NiSO_4$, HepG2 hücrelerinde doza bağlı bir sitotoksisite sergilemiş olup IC50 değeri 314 µM olarak bulunmuştur. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, $NiSO_4$ uygulanan gruplarda ROS seviyelerinin arttığı saptanmıştır ($p<0.05$). Oksidatif denge analizinde TAC seviyelerinde azalış, TOS seviyelerinde ise artış izlenmiş, buna bağlı olarak OSI değerinin $NiSO_4$ maruziyeti ile yükseldiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Elde edilen veriler, nikel sülfatın HepG2 hücrelerinde oksidatif dengeyi bozarak toksisite oluşturduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nikel Sülfat, HepG2, Reaktif Oksijen Türleri (ROS), Oksidatif Stres İndeksi (OSI).

ABSTRACT

Nickel, a heavy metal widely used in industrial applications, poses a risk of environmental and occupational exposure and exerts toxic effects, particularly on the liver. This study aimed to investigate nickel sulfate ($NiSO_4$)-induced hepatocellular damage in HepG2 cells by evaluating cell viability and oxidative stress-related parameters. HepG2 cells were exposed to different concentrations of $NiSO_4$ (0–800 µM) for 24 h. Cell viability was assessed using the MTT assay, and the IC_{50} value was calculated. Following treatment with the selected concentrations, reactive oxygen species (ROS) levels were measured using the DCFH-DA method, while oxidative balance was evaluated using Total Antioxidant Capacity (TAC) and Total Oxidant Status (TOS) assay kits, and the Oxidative Stress Index (OSI) was calculated. Statistical analyses were performed using one-way ANOVA. According to the MTT results, $NiSO_4$ induced dose-dependent cytotoxicity in HepG2 cells, with an IC_{50} value of 314 µM. Compared with the control group, ROS levels were significantly increased in $NiSO_4$-treated groups ($p<0.05$). Oxidative balance analyses showed a decrease in TAC levels and an increase in TOS levels, resulting in elevated OSI

values following $NiSO_4$ exposure ($p<0.05$). These findings demonstrate that nickel sulfate induces toxicity in HepG2 cells by disrupting oxidative balance.

Keywords: Nickel Sulfate, HepG2, Reactive Oxygen Species (ROS), Oxidative Stress Index (OSI).

TİROİD KANSERİNDE *CNTN5*'İN AŞAĞI YÖNLÜ REGÜLASYONU: TANIYA POTANSİYEL ETKİSİ VE HÜCRESEL HETEROJENİTE

DOWNREGULATION OF *CNTN5* IN THYROID CARCINOMA: POTENTIAL DIAGNOSTIC IMPACT, AND CELLULAR HETEROGENEITY

Assist. Prof. Dr. Hülya GÜNDEŞLİ

Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Gülhane Tıp Fakültesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0002-1638-9087

Betül BUDAK

Biyomühendislik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-2525-3023

ÖZET

Giriş: Contactin-5 (*CNTN5*), akson rehberliği ve sinaptogenezde kritik rol oynayan nöral bir hücre adezyon molekülüdür. Bulgular, çeşitli malignitelerde bu genin değişken ifade düzeyine işaret etmekle birlikte, tiroid kanserinde (THCA), özellikle papiller alt tipte (PTC) spesifik rolü büyük ölçüde araştırılmamıştır. Bu çalışma, *CNTN5*'in PTC progresyonundaki klinik önemini ve biyolojik ekspresyon paternlerini aydınlatmayı amaçlamaktadır.

Yöntemler: *CNTN5* ekspresyonunu THCA tümör dokularında, genel düzeyde, patolojik evre ve histolojik alt tipe göre tabakalandırılmış olarak değerlendirmek için GEPIA3, UALCAN ve Cancer DEIso veritabanlarını kullanarak kapsamlı bir biyoinformatik analiz gerçekleştirilmiştir. Gen ifadesindeki değişimin prognostik önemi sağkalım analizi ile değerlendirilirken, tanısal performans *receiver operating characteristic* (ROC) eğrisi analizi ile belirlenmiştir. *CNTN5* mRNA ekspresyonu üç PTC hücre hattında (MDA-T32, MDA-T41 ve MDA-T120) normal tiroid hücre hattı Nthy-ori-3-1 ile karşılaştırmak suretiyle gerçek zamanlı kantitatif PCR (RT-qPCR) kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Tüm bağımsız biyoinformatik platformlarda, *CNTN5* ekspresyonunun THCA tümör dokularında normal dokulara kıyasla tutarlı ve anlamlı derecede azalmış olduğu tespit edilmiştir. İlave olarak, evre I–IV arasında ve tüm histolojik alt tiplerde *CNTN5* ekspresyonu düşük düzeyde bulunmuştur. ROC analizi *CNTN5* ekspresyonundaki azalmanın önemli düzeyde tanısal etkiye (AUC = 0,93) sahip olduğunu, ancak genel sağkalım analizi *CNTN5* ekspresyonu ile hasta sağkalımı arasında anlamlı bir korelasyon olmadığını göstermiştir (p = 0,165). Özellikle, in vitro validasyon PTC hücre hatları arasında çarpıcı bir heterojenite olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre, sağlıklı kontrole göre MDA-T32 yüksek düzeyde *CNTN5* ekspresyonu sergilerken, MDA-T120'de bir değişiklik görülmemiş ve MDA-T41'de ekspresyon tespit edilmemiştir.

Sonuç: Elde edilen bulgular, *CNTN5*'i THCA için oldukça umut verici bir tanısal biyobelirteç olarak konumlandırmaktadır. Bununla birlikte, ekspresyonun hücre hattına

bağlı olarak değişkenlik göstermesi, bu genin tiroid kanserindeki işlevini anlamak için bağlama özgü mekanistik çalışmaların şart olduğunu ve bu sürecin göründüğünden daha karmaşık bir düzenlemeye tabi olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tiroid Kanseri, *CNTN5*, diferansiyel gen ifadesi, diagnostik etki.

ABSTRACT

Background: Contactin-5 (*CNTN5*) is a neural cell adhesion molecule critically involved in axon guidance and synaptogenesis. Although emerging evidence points to its dysregulation in several malignancies, its specific role in thyroid carcinoma (THCA), particularly in the papillary subtype (PTC), remains largely unexplored. This study aims to elucidate the clinical relevance and biological expression patterns of *CNTN5* in PTC progression.

Methods: A comprehensive bioinformatics analysis was performed using the GEPIA3, UALCAN, and Cancer DEIso databases to evaluate *CNTN5* expression in THCA tumor tissues, both at the overall level and stratified by pathological stage and histological subtype. Prognostic significance was assessed via survival analysis, while diagnostic performance was determined using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. To validate these findings experimentally, we measured *CNTN5* mRNA expression in three PTC cell lines (MDA-T32, MDA-T41, and MDA-T120) and compared them to the normal thyroid cell line Nthy-ori-3-1 using real-time quantitative PCR (RT-qPCR).

Results: Across all independent bioinformatic platforms, *CNTN5* expression was consistently and significantly downregulated in THCA tumors compared to normal tissues, a pattern that persisted across stages I–IV and across all histological subtypes. Although ROC analysis demonstrated a remarkable diagnostic value (AUC = 0.93), overall survival analysis showed no significant correlation between *CNTN5* expression and patient survival ($p = 0.165$). Notably, *in vitro* validation revealed striking heterogeneity among PTC cell lines: while MDA-T32 exhibited elevated *CNTN5* levels, MDA-T120 showed no change, and MDA-T41 displayed loss of expression relative to the healthy control.

Conclusion: These findings establish *CNTN5* as a compelling diagnostic candidate for THCA. Nevertheless, the expression patterns vary across cell lines, suggesting that the underlying regulation is context-dependent and more intricate than previously assumed. This highlights the necessity for dedicated mechanistic investigations to clarify how this gene contributes to thyroid tumorigenesis.

Keywords: Thyroid carcinoma, *CNTN5*, differential gene expression, diagnostic impact.

MİDE ADENOKARSİNOMUNDA ZFHX4 MUTASYONLARININ MİKROSATELLİT İNSTABİLİTE VE HİPERMUTASYON FENOTİPİYLE İLİŞKİSİ

ASSOCIATION OF ZFHX4 MUTATIONS WITH MICROSATELLITE INSTABILITY AND HYPERMUTATION PHENOTYPE IN GASTRIC ADENOCARCINOMA

Dr. Hakan TABAN

Medikal Park Ankara Hastanesi, Tıbbi Onkoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

ORCID iD: 0000-0002-2004-7741

ÖZET

Giriş: ZFHX4, mide adenokarsinomunda tekrarlayan somatik mutasyonlar saptanan genlerden biridir; ancak ZFHX4 mutasyonlarının moleküler özellikler ve klinik sonuçlarla ilişkisi yeterince tanımlanmamıştır.

Amaç: ZFHX4 mutasyon durumunun mikrosatellit instabilite (MSI), tümör mutasyon yükü (TMB), klinikopatolojik özellikler ve sağkalımla ilişkisini değerlendirmek.

Yöntem: The Cancer Genome Atlas (TCGA), PanCancer Atlas mide adenokarsinomu kohortunun kamuya açık verileri cBioPortal üzerinden analiz edildi. Mutasyon verisi bulunan 436 tümör, ZFHX4-mutant ve ZFHX4-yabanıl tip olarak sınıflandırıldı. Klasik TCGA moleküler alt tipleri, TMB, MANTIS MSI ve MSIsensor skorları ile klinikopatolojik özellikler gruplar arasında karşılaştırıldı. Kategorik değişkenler ki-kare testi, sürekli değişkenler Wilcoxon testi ile değerlendirildi. Sağkalım analizlerinde Kaplan–Meier yöntemi kullanıldı.

Bulgular: ZFHX4 mutasyonu 79/436 (%18,1) tümörde saptandı. Moleküler alt tip dağılımı ZFHX4 durumuna göre anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,001$). Klasik dört TCGA moleküler alt tipinden biri olarak sınıflandırılan olgularda MSI alt tipi, ZFHX4-mutant tümörlerin %61,4'ünde, ZFHX4-yabanıl tip tümörlerin %9,8'inde görüldü ($p<0,001$). Medyan TMB mutant grupta 29,77 mutasyon/Mb, yabanıl tip grupta 3,40 mutasyon/Mb ($p<0,001$) olarak saptandı. MANTIS MSI ve MSIsensor skorları da ZFHX4-mutant tümörlerde belirgin olarak daha yüksek bulundu (her ikisi için $p<0,001$). Evre, histolojik derece ve histolojik tip dağılımları gruplar arasında farklı değildi. Genel sağkalım ($p=0,239$) ve progresyonsuz sağkalım ($p=0,241$) açısından anlamlı fark saptanmadı.

Sonuç: ZFHX4 mutasyonları mide adenokarsinomunda MSI ve yüksek TMB ile karakterize hipermutasyon fenotipiyle güçlü biçimde ilişkilidir. Buna karşın ZFHX4 mutasyon durumu evre veya sağkalımla ilişkili görünmemektedir. Bu bulgular, ZFHX4 mutasyonlarının MSI/hipermutasyon fenotipiyle ilişkili bir genomik belirteç olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mide adenokarsinomu, ZFHX4, mikrosatellit instabilite, tümör mutasyon yükü, hipermutasyon

Tablo 1. ZFHX4 mutasyon durumuna göre klinikopatolojik ve moleküler özelliklerin karşılaştırılması

Değişken	ZFHX4-mutant n=79	ZFHX4-yabanıl tip n=357	*p*-değeri
Tanı yaşı, medyan (IQR), yıl	69 (63–76)	67 (57–72)	0,007
Cinsiyet, n (%)			0,061
Kadın	36 (%45,6)	120 (%33,6)	
Erkek	43 (%54,4)	237 (%66,4)	
Histolojik tip, n (%)			0,370
Adenokarsinom, NOS	35 (%44,3)	124 (%34,7)	
İntestinal adenokarsinom, NOS	16 (%20,3)	65 (%18,2)	
İntestinal adenokarsinom, tübüler tip	13 (%16,5)	66 (%18,5)	
Diffüz tip adenokarsinom	10 (%12,7)	62 (%17,4)	
Diğer histolojik alt tipler*	5 (%6,3)	40 (%11,2)	
Histolojik derece, n (%)†			0,308
G1	4/78 (%5,1)	8/349 (%2,3)	
G2	25/78 (%32,1)	130/349 (%37,2)	
G3	49/78 (%62,8)	211/349 (%60,5)	
AJCC evresi, n (%)‡			0,979
Evre I	11 (%15,1)	46 (%13,3)	
Evre II	23 (%31,5)	108 (%31,3)	
Evre III	32 (%43,8)	155 (%44,9)	
Evre IV	7 (%9,6)	36 (%10,4)	
TCGA moleküler alt tipi, n (%)§			<0,001
Mikrosatelit instabil (MSI)	43 (%61,4)	30 (%9,8)	
Kromozomal instabil (CIN)	21 (%30,0)	202 (%66,0)	
Epstein–Barr virüs pozitif (EBV)	4 (%5,7)	26 (%8,5)	
Genomik stabil (GS)	2 (%2,9)	48 (%15,7)	
Tümör mutasyon yükü, medyan (IQR), mutasyon/Mb	29,77 (6,63–44,30)	3,40 (2,10–5,43)	<0,001
MANTIS MSI skoru, medyan (IQR)	0,71 (0,33–0,98)	0,33 (0,31–0,34)	<0,001
MSIsensor skoru, medyan (IQR)	14,27 (0,17–29,46)	0,08 (0,01–0,34)	<0,001

* Diğer histolojik alt tipler; papiller, müsinöz, signet-ring ve diğer/tanımlanmamış adenokarsinomları içermektedir. † Histolojik derece analizinde GX olarak sınıflandırılan olgular dışlanmıştır (ZFHX4-mutant n=78; ZFHX4-yabanıl tip n=349). ‡ AJCC evre bilgisi bulunan 418 olgu değerlendirilmiştir (ZFHX4-mutant n=73; ZFHX4-yabanıl tip n=345). § Klasik dört TCGA moleküler alt tipinden biri olarak sınıflandırılan 376 olgu değerlendirilmiş; POLE olarak sınıflandırılan 7 olgu dışlanmıştır (ZFHX4-mutant n=70; ZFHX4-yabanıl tip n=306). Kısaltmalar: AJCC, American Joint Committee on Cancer; MSI, mikrosatellit instabilite; IQR, çeyrekler arası aralık.

ABSTRACT

Introduction: ZFHX4 is one of the genes recurrently affected by somatic mutations in gastric adenocarcinoma; however, the association of ZFHX4 mutations with molecular characteristics and clinical outcomes has not been sufficiently characterized.

Aim: To evaluate the association of ZFHX4 mutation status with microsatellite instability (MSI), tumor mutational burden (TMB), clinicopathological characteristics, and survival.

Methods: Publicly available data from The Cancer Genome Atlas (TCGA) PanCancer Atlas gastric adenocarcinoma cohort were analyzed using cBioPortal. A total of 436 tumors with available mutation data were classified as ZFHX4-mutant or ZFHX4-wild type. Classical TCGA molecular subtypes, TMB, MSI MANTIS and MSIsensor scores, and clinicopathological characteristics were compared between groups. Categorical variables were evaluated using the chi-square test, and continuous variables using the Wilcoxon test. Survival analyses were performed using the Kaplan–Meier method.

Results: ZFHX4 mutations were detected in 79/436 tumors (18.1%). Molecular subtype distribution differed significantly according to ZFHX4 mutation status ($p<0.001$). Among tumors classified into one of the four classical TCGA molecular subtypes, the MSI subtype was observed in 61.4% of ZFHX4-mutant tumors compared with 9.8% of ZFHX4-wild-type tumors ($p<0.001$). Median TMB was 29.77 mutations/Mb in the mutant group and 3.40 mutations/Mb in the wild-type group ($p<0.001$). MANTIS and MSIsensor scores were also significantly higher in ZFHX4-mutant tumors (both $p<0.001$). Stage, histologic grade, and histologic subtype distributions did not differ significantly between groups. No significant differences were observed in overall survival ($p=0.239$) or progression-free survival ($p=0.241$).

Conclusion: ZFHX4 mutations are strongly associated with a hypermutation phenotype characterized by microsatellite instability and high tumor mutational burden in gastric adenocarcinoma. In contrast, ZFHX4 mutation status does not appear to be associated with stage or survival. These findings suggest that ZFHX4 may represent a genomic marker associated with the MSI/hypermutation phenotype.

Keywords: Gastric adenocarcinoma, ZFHX4, microsatellite instability, tumor mutational burden, hypermutation

Table 1. Comparison of clinicopathological and molecular characteristics according to ZFHX4 mutation status

Variable	ZFHX4-mutant n=79	ZFHX4-wild type n=357	*p*-value
Age at diagnosis, median (IQR), years	69 (63–76)	67 (57–72)	0.007
Sex, n (%)			0.061
Female	36 (45.6%)	120 (33.6%)	
Male	43 (54.4%)	237 (66.4%)	
Histologic subtype, n (%)			0.370
Adenocarcinoma, NOS	35 (44.3%)	124 (34.7%)	
Intestinal adenocarcinoma, NOS	16 (20.3%)	65 (18.2%)	
Intestinal adenocarcinoma, tubular type	13 (16.5%)	66 (18.5%)	
Diffuse-type adenocarcinoma	10 (12.7%)	62 (17.4%)	
Other histologic subtypes*	5 (6.3%)	40 (11.2%)	

Histologic grade, n (%)† G1 G2 G3	 4/78 (5.1%) 25/78 (32.1%) 49/78 (62.8%)	 8/349 (2.3%) 130/349 (37.2%) 211/349 (60.5%)	0.308
AJCC stage, n (%)‡ Stage I Stage II Stage III Stage IV	 11 (15.1%) 23 (31.5%) 32 (43.8%) 7 (9.6%)	 46 (13.3%) 108 (31.3%) 155 (44.9%) 36 (10.4%)	0.979
TCGA molecular subtype, n (%)§ Microsatellite instability (MSI) Chromosomal instability (CIN) Epstein–Barr virus-positive (EBV) Genomically stable (GS)	 43 (61.4%) 21 (30.0%) 4 (5.7%) 2 (2.9%)	 30 (9.8%) 202 (66.0%) 26 (8.5%) 48 (15.7%)	<0.001
Tumor mutational burden, median (IQR), mutations/Mb	29.77 (6.63–44.30)	3.40 (2.10–5.43)	<0.001
MANTIS MSI score, median (IQR)	0.71 (0.33–0.98)	0.33 (0.31–0.34)	<0.001
MSIsensor score, median (IQR)	14.27 (0.17–29.46)	0.08 (0.01–0.34)	<0.001

*Other histologic subtypes include papillary, mucinous, signet-ring, and other/unspecified adenocarcinomas. †Cases classified as GX were excluded from the histologic grade analysis (ZFHX4-mutant n=78; ZFHX4-wild type n=349). ‡ A total of 418 cases with available AJCC stage information were evaluated (ZFHX4-mutant n=73; ZFHX4-wild type n=345). § A total of 376 cases classified into one of the four classical TCGA molecular subtypes were evaluated; 7 cases classified as POLE were excluded (ZFHX4-mutant n=70; ZFHX4-wild type n=306).

PEDİATRİK KRONİK HASTALIK YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA: NEFROLOJİ VE ORGAN NAKLİ SÜREÇLERİNDE İZLEM VE İLAÇ UYUM SİSTEMLERİ ÜZERİNE BİR DERLEME

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PEDIATRIC CHRONIC DISEASE MANAGEMENT: A REVIEW OF MONITORING AND MEDICATION ADHERENCE SYSTEMS IN NEPHROLOGY AND ORGAN TRANSPLANTATION

Mustafa Volkan DÜZGÜN

Akdeniz Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7461-7319

ÖZET

Giriş: Pediatrik kronik böbrek hastalığı ve böbrek nakli, ömür boyu süren karmaşık tedavi rejimlerini ve katı ilaç uyumunu gerektirir. İmmünsüpresif ilaçların dar terapötik indeksi ve çocukların gelişimsel fizyolojik değişimleri tedavi yönetimini güçleştirmektedir. Adölesan transplant alıcılarında immünsüpresif rejime uyumsuzluk, büyük ölçüde önlenebilir greft kaybının başlıca davranışsal nedenidir.

Amaç: Bu derlemenin amacı, pediatrik nefroloji ve böbrek nakli süreçlerinde ilaç uyumunu artırmak ve klinik izlemi iyileştirmek için kullanılan yapay zekâ destekli sistemleri, makine öğrenmesi algoritmalarını ve büyük dil modellerinin hasta ve aile eğitimindeki rolünü güncel, kanıta dayalı literatür ışığında değerlendirmektir.

Yöntem: PubMed başta olmak üzere bilimsel veri tabanlarındaki güncel araştırma, derleme ve raporlama kılavuzları taranmış; her kaynağın künye doğruluğu çok kaynaklı (PubMed, yayıncı sayfası ve bağımsız arama) olarak doğrulanmış çalışmalar sentezlenmiştir.

Bulgular: Makine öğrenmesi modelleri takrolimus için hassas dozajlamayı mümkün kılmakta; küçük pediatrik kohortlarda test edilen modeller arasında ExtraTreesRegressor en yüksek tahmin performansını göstermektedir. Çok merkezli, büyük ölçekli bir çalışmada 2.249 çocuğun verisiyle geliştirilen yorumlanabilir POCC modeli, böbrek ve idrar yollarının doğumsal anomalileri olan çocuklarda böbrek yetmezliği riskini yüksek ayırt edicilikle (dış doğrulama AUC 0,89–0,98) öngörmüştür. Nesnelerin İnterneti tabanlı akıllı ilaç uyum ürünleri, gerçek zamanlı izlem ve uyumsuzluğun proaktif saptanmasına olanak tanımaktadır. Büyük dil modelleri, karmaşık tıbbi bilgiyi sadeleştirerek sağlık okuryazarlığını destekleyebilmekte; ancak güvenilir kullanımları insan denetimini ve TRIPOD+AI ile TRIPOD-LLM kılavuzlarına uygun şeffaf raporlamayı gerektirmektedir.

Sonuç: Yapay zekâ, pediatrik nefroloji ve nakil bakımında proaktif izlem ve uyum desteği için güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Bununla birlikte, kanıtların önemli kısmı küçük örneklemli ve geriye dönük çalışmalara dayanmaktadır. Algoritmik önyargı, veri güvenliği ve açıklanabilirlik temel sınırlılıklardır; nihai sorumluluk klinisyende kalmalı, pediatri hemşiresi çocuk ve aile savunuculuğunu sürdürmelidir.

Anahtar Kelimeler: Pediatri hemşireliği, yapay zeka, ilaç uyumu, böbrek nakli, makine öğrenmesi.

ABSTRACT

Introduction: The management of pediatric chronic kidney disease and kidney transplantation requires lifelong, complex treatment regimens and strict medication adherence. The narrow therapeutic index of immunosuppressive drugs and the developmental physiological changes of children complicate treatment management. In adolescent transplant recipients, non-adherence to the immunosuppressive regimen is a leading, largely preventable behavioral cause of graft loss.

Aim: This review aims to evaluate, in light of current evidence-based literature, the artificial intelligence–supported systems, machine learning algorithms, and the role of large language models in patient and family education used to improve medication adherence and optimize clinical monitoring in pediatric nephrology and kidney transplantation.

Method: Current research articles, reviews, and reporting guidelines indexed mainly in PubMed were screened, and studies whose bibliographic accuracy was verified through multiple sources (PubMed, publisher pages, and independent search) were synthesized.

Findings: Machine learning models enable precision dosing for tacrolimus; among the models tested in small pediatric cohorts, the ExtraTreesRegressor showed the highest predictive performance. In a multicenter, large-scale study, the interpretable POCC model developed using data from 2,249 children predicted the risk of kidney failure in children with congenital anomalies of the kidney and urinary tract with high discrimination (external validation AUC 0.89–0.98). Internet of Things–based smart medication adherence products allow real-time monitoring and proactive detection of non-adherence. Large language models may support health literacy by simplifying complex medical information; however, their reliable use requires human oversight and transparent reporting in accordance with the TRIPOD+AI and TRIPOD-LLM guidelines.

Conclusion: Artificial intelligence holds strong potential for proactive monitoring and adherence support in pediatric nephrology and transplant care. However, much of the evidence relies on small-scale and retrospective studies. Algorithmic bias, data security, and explainability are key limitations; the ultimate responsibility must remain with the clinician, and the pediatric nurse should continue to advocate for the child and family.

Keywords: Pediatric nursing, artificial intelligence, medication adherence, kidney transplantation, machine learning.

TAM METİN

1. Giriş

Pediatrik kronik böbrek hastalığı (KBH) ve bunu izleyen renal transplantasyon süreçleri, çocuklar ve aileleri için ömür boyu süren, çok boyutlu bir klinik yönetim gerektirmektedir. Nakil sonrası dönemde greft sağkalımının en kritik belirleyicilerinden biri, hastanın immünsüpresif tedaviye olan uyumudur. Literatürde adölesan dönemdeki transplant alıcılarında immünsüpresif rejime uyumsuzluğun yüksek ve değişken oranlarda görüldüğü, bu durumun uzun dönem greft kaybının önde gelen ve büyük ölçüde önlenebilir davranışsal nedenlerinden biri olduğu bildirilmektedir (Dobbels ve ark., 2005). Geleneksel izlem yöntemleri çoğunlukla geriye dönük niteliktedir; sorunu ancak klinik kötüleşme ya

da laboratuvar bozulması ortaya çıktıktan sonra saptayabilmekte, böylece erken müdahale fırsatları kaçırılabilmektedir.

Son yıllarda sağlık bilimlerinde yaşanan dijital dönüşüm, büyük veri kümelerinin çözümlenmesi yoluyla hekimlere ve hemşirelere zamanında karar destek olanakları sunmaya başlamıştır. Çocuk ve adölesanlarda kronik hastalık bakımında yapay zeka (YZ) ve makine öğrenmesi (MÖ) uygulamalarını inceleyen güncel bir sistematik derleme, bu teknolojilerin tanı sınıflandırması, sonuç tahmini ve karar desteği gibi çeşitli alanlarda umut verici olduğunu; ancak çalışmaların çoğunun küçük ölçekli ve geriye dönük verilere dayandığını ortaya koymuştur (Kerth ve ark., 2025). Pediatri hemşireliğinde de YZ kullanımı, klinik karar destek sistemlerinden uzaktan hasta izlemine kadar geniş bir yelpazede hız kazanmıştır (Tutar ve ark., 2025). Bununla birlikte, sağlık hizmetlerinde uygulamaya geçirilen YZ sistemlerinin çoğu özerk karar verici değil, insan kararını destekleyen araçlar konumundadır ve güven, şeffaflık ile etik konuların ele alınmasını gerektirmektedir (Sharma ve ark., 2022). Bu derleme, klinik bakımın niteliğini artıracak ve pediatrik hastaların tedavi yükünü hafifletecek somut YZ temelli izlem ve uyum stratejilerini, künye doğruluğu çok kaynaklı olarak doğrulanmış literatür temelinde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2. İmmünsüpresif tedavide hassas dozajlama ve yapay zeka destekli farmakokinetik izlem

Böbrek nakli sonrası kullanılan kalsinörin inhibitörleri, özellikle takrolimus, oldukça dar bir terapötik aralığa sahiptir. Pediatrik hastaların sürekli değişen metabolik hızları, yetişkinlerde kullanılan standart mg/kg dozajlama rejimlerini sıklıkla yetersiz kılmaktadır. Geleneksel doz ayarlamaları kan vadi düzeyi (trough level) ölçümlerine dayansa da, bireyler arası farmakokinetik farklılıklar nedeniyle hedeflenen kan düzeylerine ulaşmak haftalar alabilmektedir.

Güncel literatür, MÖ modelleri ile hassas dozajlama (precision dosing) yaklaşımının geliştiğini göstermektedir. Sánchez-Herrero ve ark. (2023), pediatrik böbrek nakli hastalarından oluşan küçük bir kohortta (N = 21) yapay sinir ağları, RandomForestRegressor, ExtraTreesRegressor, XGBRegressor ve destek vektör regresyonu gibi çok sayıda modeli takrolimus kan konsantrasyonunu öngörmek için karşılaştırmıştır. Bu çalışmada test edilen modeller arasında ExtraTreesRegressor en yüksek tahmin performansını göstermiştir. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması nedeniyle bulguların daha geniş ve çok merkezli kohortlarda doğrulanması gerekmektedir. Bu tür algoritmalar; hastanın yaşı, genetik yapısı (örneğin CYP3A5 genotipi) ve laboratuvar eğilimleri gibi çok değişkenli parametreleri çözümleyerek nefrotoksisitenin önlenmesinde destekleyici bir araç sunma potansiyeli taşımaktadır (Sánchez-Herrero ve ark., 2023).

Hemşirelik açısından bakıldığında, hedef kan düzeyine ulaşmak için gereken sık ve tekrarlı kan örneklemesi, hem çocuk için ağrı ve stres kaynağı hem de aile için bir yük oluşturmaktadır. Tahmine dayalı dozajlama desteği, gereksiz örnekleme sayısını azaltarak çocuğun deneyimlediği işlemsel yükü hafifletme ve doz titrasyon sürecini kısaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle hassas dozajlama araçları yalnızca farmakolojik değil, aynı zamanda işlemsel ağrı ve konfor yönetimi açısından da pediatri hemşireliği uygulamalarıyla doğrudan ilişkilidir.

3. Hastalık progresyonunu öngören makine öğrenmesi modelleri

KBH'nin seyrinde, son dönem böbrek yetmezliğine ilerleme hızının öngörülmesi erken müdahale için hayati önem taşır. Yapay zeka, hastanın rutin klinik ve genetik verilerini

birleştirerek güçlü risk modelleri oluşturabilmektedir. Çocuklarda böbrek yetmezliğinin önde gelen nedeni olan böbrek ve idrar yollarının doğumsal anomalileri (CAKUT) üzerine gerçekleştirilen çok merkezli, büyük ölçekli bir çalışmada, Liu ve ark. (2026) 2.249 çocuğun verisiyle yorumlanabilir bir MÖ modeli olan POCC'yi geliştirmiş ve doğrulamıştır. Bu model, hastaların tanı sonrası 1, 3 ve 5 yıl içerisinde böbrek yetmezliğine ilerleme riskini hesaplamaktadır. POCC, iç doğrulamada 0,93–0,99, pediatri hastanelerindeki bağımsız dış doğrulamada 0,89–0,98 AUC değerlerine ulaşmış; çevrimiçi olarak konuşlandırıldığında gerçek dünya doğrulamasında %90,7 doğruluk göstermiştir (Liu ve ark., 2026).

Modelin yorumlanabilir (interpretable) olması klinik açıdan özellikle değerlidir; çünkü bir riskin yalnızca büyüklüğünü değil, hangi etkenlerden kaynaklandığını da görünür kılarak hemşire ve hekimin bakım planını gerekçelendirmesine ve ailelere şeffaf risk iletişimi yapılmasına yardımcı olur. Bu nitelik, kara kutu niteliğindeki modellere kıyasla klinik güveni ve etik kabul edilebilirliği artırmaktadır. Hastalığın ilerleyişini çoklu zaman dilimlerinde yüksek ayırt edicilikle öngörebilen bu tür modeller, hemşirelerin yüksek riskli hastaları erkenden belirleyerek proaktif bakım planları (örneğin yoğunlaştırılmış ev tabanlı izlem) oluşturmasına olanak tanıyabilir.

Makine öğrenmesi, pediatrik nefrolojide yalnızca son dönem riskini değil, izlemi de optimize edebilir. Bae ve ark. (2022), Chronic Kidney Disease in Children (CKiD) kohortundan 809 ambulatuvar kan basıncı kaydını kullanarak maskeli hipertansiyonu öngören modeller geliştirmiş ve düşük klinik kan basıncına sahip çocuklarda külfetli ambulatuvar kan basıncı izleminin seçici biçimde kullanılabileceğini göstermiştir. Benzer biçimde Kawalec ve ark. (2023), pediatrik KBH'li çocuklarda Random Forest sınıflandırıcısıyla kronik diyaliz gereksinimini öngörmüş ve sistemik immün-inflamasyon indeksinin en güçlü belirleyici olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmalar, MÖ'nün hem külfetli testlerin gereksiz tekrarını azaltma hem de progresyon riskini erken işaretleme potansiyelini ortaya koymaktadır; ancak örneklemlerin çoğunlukla küçük ve geriye dönük olması önemli bir sınırlılıktır.

4. Davranışsal izlem: Akıllı cihazlar ve proaktif risk saptama

Yapay zekanın ilaç yönetimine getirdiği yenilikçi yaklaşımlardan biri, uyumsuzluğun geriye dönük bir veri olmaktan çıkıp proaktif olarak saptanmasıdır. Akıllı ilaç uyum ürünleri (Smart Medication Adherence Products, SMAP); sensörler içeren akıllı ilaç kutuları ve otomatik dağıtıcılardan oluşur. Faisal ve ark. (2023), güncel bir kapsam derlemesinde 114 akıllı ilaç uyum ürünü tanımlamış; bu ürünlerin gerçek zamanlı alım takibi, hatırlatma ve bildirim, veri eşitleme ve güvenli erişim gibi farklı donanım ve yazılım özellikleri taşıdığını ortaya koymuştur. Bu kanıt tabanı ağırlıklı olarak yaşlı yetişkin popülasyonunda oluşmuş olmakla birlikte, aynı teknolojik ilkeler pediatrik uyum izlemine uyarlanabilir niteliktedir.

Bu cihazlardan elde edilen veriler, nesnelerin interneti (IoT) üzerinden sağlık profesyonellerine aktarılabilmektedir. IoT sistemlerinin pediatrik bakımda kullanımı, çocukların anlık klinik verilerini güvenli biçimde çözümleyerek erken tanı ve müdahale şansını artırmaktadır (Küçük Ulak & Başbakkal, 2025). Akıllı cihazlardan alınan gerçek zamanlı kullanım verileri MÖ algoritmalarıyla işlendiğinde, örneğin bir ergenin takrolimus dozlarındaki gecikmeler sistem tarafından riskli davranış olarak kodlanabilir. Böylece hemşire, fiziksel bir greft reddi yaşanmadan önce bildirim alarak doğrudan motivasyonel görüşme veya eğitim temelli bir müdahalede bulunabilir.

Bu proaktif model, hemşire liderliğindeki uyum girişimlerini güçlendirebilir: uyumsuzluk eğilimi gösteren hastaların erkenden belirlenmesi, sınırlı klinik kaynakların en çok

gereksinim duyan ailelere yönlendirilmesine olanak tanır. Ancak teknolojinin etkinliği, çocuğun ve ailenin cihazı kabul etmesine, dijital erişim eşitsizliklerine ve kullanım kolaylığına bağlıdır; bu nedenle teknolojik çözümlerin aile merkezli bakım ilkeleriyle bütünleştirilmesi gerekmektedir.

5. Büyük dil modelleri ve sağlık okuryazarlığı arasındaki köprü

Organ nakli ve nefroloji süreçlerinde karşılaşılan immünosüpresyon veya antikor aracılı rejeksiyon gibi terimler, ailelerde sağlık okuryazarlığı engeli yaratarak tedavi uyumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Bu noktada büyük dil modellerinin (Large Language Models, LLM) sağlık eğitimine entegrasyonu hız kazanmıştır. Demirbaş ve ark. (2025), pediatrik böbrek nakline ilişkin 37 hasta odaklı soruyu ChatGPT-3.5'e yöneltmiş ve yanıtları beş pediatrik nefrolog bağımsız olarak değerlendirmiştir; doğruluk, ilgililik ve kapsamlılık puanları genel olarak yüksek (ortalama yaklaşık 4,5/5) bulunmuş, ancak yanıtların bir bölümü potansiyel olarak riskli kabul edilmiştir. Bu sonuçlar, LLM tabanlı araçların aileler için yararlı bir tamamlayıcı eğitim kaynağı olabileceğini, fakat mutlaka insan denetimi ve doğrulaması gerektirdiğini vurgulamaktadır.

Bu araçların klinik kullanımı, metodolojik kalite ve şeffaflık güvencesi gerektirir. Makine öğrenmesi ve YZ tabanlı klinik tahmin modellerinin geliştirilmesi ve raporlanmasında küresel standartları belirleyen TRIPOD+AI kılavuzu yayımlanmıştır (Collins ve ark., 2024). LLM tabanlı uygulamaların hızla yaygınlaşması üzerine, bu modellerin kendine özgü zorluklarını ele alan TRIPOD-LLM uzantısı geliştirilmiştir (Gallifant ve ark., 2025). Klinikte pediatri hemşireleri tarafından denetlenen ve bu standartlara uygun biçimde geliştirilen sağlık botlarının, aile eğitimini destekleyerek uzun vadeli uyumu güçlendirebileceği öngörülmektedir; ancak doğruluk, insan denetimi ve göreve özgü performans raporlaması güvenli kullanımın ön koşuludur.

6. Etik sınırlılıklar, açıklanabilirlik ve hemşirelik perspektifi

Yapay zekanın rutin pediatrik bakıma entegrasyonunun önündeki başlıca engeller arasında algoritmik önyargı ve veri güvenliği yer almaktadır; özellikle IoT cihazları üzerinden kişisel sağlık verilerinin sızması ciddi bir endişe kaynağıdır (Küçük Ulak & Başbakkal, 2025). Sağlık hizmetlerinde YZ uygulamalarının yaygınlaşmasının önündeki temel koşullar arasında güven inşası, şeffaflık ve mahremiyetin korunması bulunmaktadır (Sharma ve ark., 2022). Klinik süreçlerdeki nihai yasal ve etik sorumluluk hekim ve hemşirelerde olduğundan, açıklanabilir yapay zeka (eXplainable AI) yaklaşımına ağırlık verilmelidir. Amann ve ark. (2022), klinik karar destek sistemlerinde açıklanabilirliğin her zaman tek tip bir gereklilik olmadığını; teknik uygulanabilirlik, doğrulama düzeyi, uygulama bağlamı ve sistemin karar sürecindeki rolüne göre olgu-temelli (case-by-case) bir değerlendirme gerektiğini ileri sürmektedir.

Bu dönüşümün başarısı, teknolojinin yanı sıra hemşirelerin hazır bulunuşluğuna da bağlıdır. Türkiye'de 170 pediatri hemşiresiyle yürütülen bir çalışmada, hemşirelerin YZ'ye yönelik tutumlarının YZ okuryazarlığı ve YZ kaygısını anlamlı biçimde yordadığı; yaş arttıkça kaygının yükseldiği, okuryazarlık ve olumlu tutumun ise azaldığı gösterilmiştir (Özçevik Subaşı ve ark., 2025). Bu bulgular, kuruma özgü eğitim ve farkındalık programlarının önemini vurgulamaktadır. Benzer biçimde, pediatri hemşireliğinde YZ uygulamalarını ele alan güncel bir derleme, hemşirelerin bu dönüşüme hazırlanması, etik ve güvenlik konularının dikkatle ele alınması ve mesleğin insani yönlerinin korunması gerektiğini vurgulamaktadır (Tutar ve ark., 2025). Gelecekte pediatri hemşiresinin rolü, veri ve algoritmaların yetersiz kaldığı noktalarda çocuk ve aile savunuculuğunu yürütmek; teknolojiyi bütüncül, aile merkezli bakımı destekleyen bir araç olarak konumlandırmak olacaktır.

7. Sonuç

Yapay zeka destekli sistemler; hassas dozajlama, hastalık progresyonunun öngörülmesi, davranışsal uyum izlemi ve aile eğitimi alanlarında pediatrik nefroloji ve nakil bakımına proaktif bir boyut kazandırma potansiyeli taşımaktadır. Ancak mevcut kanıtların önemli bir kısmı küçük örneklemli, geriye dönük ya da yetişkin ağırlıklı çalışmalara dayanmakta; gerçek dünyada prospektif klinik doğrulama ihtiyacı sürmektedir (Kerth ve ark., 2025). Algoritmik önyargı, veri güvenliği ve açıklanabilirlik gibi etik sınırlılıkların aşılması, standartlara uygun şeffaf raporlama ve pediatrik popülasyonda yürütülecek doğrulama çalışmaları, teknolojinin klinik pratiğe güvenli biçimde entegre edilmesi için belirleyici olacaktır. Bu süreçte pediatri hemşirelerinin YZ okuryazarlığının ve hazır bulunuşluğunun güçlendirilmesi (Özçevik Subaşı ve ark., 2025) ve hemşirenin çocuk ile aile savunuculuğu rolünün merkezde tutulması esastır.

Kaynaklar

Amann, J., Vetter, D., Blomberg, S. N., Christensen, H. C., Coffee, M., Gerke, S., Gilbert, T. K., Hagendorff, T., Holm, S., Livne, M., Spezzatti, A., Strümke, I., Zicari, R. V., & Madai, V. I. (2022). To explain or not to explain?—Artificial intelligence explainability in clinical decision support systems. PLOS Digital Health, 1(2), e0000016. https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000016

Bae, S., Samuels, J. A., Flynn, J. T., Mitsnefes, M. M., Furth, S. L., Warady, B. A., & Ng, D. K. (2022). Machine learning-based prediction of masked hypertension among children with chronic kidney disease. Hypertension, 79(9), 2105–2113. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.121.18794

Collins, G. S., Moons, K. G. M., Dhiman, P., Riley, R. D., Beam, A. L., Van Calster, B., … Logullo, P. (2024). TRIPOD+AI statement: Updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. BMJ, 385, e078378. https://doi.org/10.1136/bmj-2023-078378

Demirbaş, K. C., Saygılı, S., Yılmaz, E. K., Gülmez, R., Ağbaş, A., Taşdemir, M., & Canpolat, N. (2025). The potential of ChatGPT as a source of information for kidney transplant recipients and their caregivers. Pediatric Transplantation, 29(3), e70068. https://doi.org/10.1111/petr.70068

Dobbels, F., Van Damme-Lombaert, R., Vanhaecke, J., & De Geest, S. (2005). Growing pains: Non-adherence with the immunosuppressive regimen in adolescent transplant recipients. Pediatric Transplantation, 9(3), 381–390. https://doi.org/10.1111/j.1399-3046.2005.00356.x

Faisal, S., Samoth, D., Aslam, Y., Patel, H., Park, S., Baby, B., & Patel, T. (2023). Key features of smart medication adherence products: Updated scoping review. JMIR Aging, 6, e50990. https://doi.org/10.2196/50990

Gallifant, J., Afshar, M., Ameen, S., Aphinyanaphongs, Y., Chen, S., Cacciamani, G., … Bitterman, D. S. (2025). The TRIPOD-LLM reporting guideline for studies using large language models. Nature Medicine, 31(1), 60–69. https://doi.org/10.1038/s41591-024-03425-5

Kawalec, A., Stojanowski, J., Mazurkiewicz, P., Choma, A., Gaik, M., Pluta, M., Szymański, M., Bruciak, A., Gołębiowski, T., & Musiał, K. (2023). Systemic immune inflammation index as a key predictor of dialysis in pediatric chronic kidney disease with the use of random forest classifier. Journal of Clinical Medicine, 12(21), 6911. https://doi.org/10.3390/jcm12216911

Kerth, J.-L., Hagemeister, M., Bischops, A. C., Reinhart, L., Dukart, J., Heinrichs, B., Eickhoff, S. B., & Meissner, T. (2025). Artificial intelligence in the care of children and adolescents with chronic diseases: A systematic review. European Journal of Pediatrics, 184(1), 83. https://doi.org/10.1007/s00431-024-05846-3

Küçük Ulak, S., & Başbakkal, Z. (2025). Nesnelerin İnterneti ve pediatrik bakımdaki önemi. Eurasian Journal of Health Technology Assessment, 8(2), 84–98. https://doi.org/10.52148/ehta.1543804

Liu, T., Wang, H., Liu, J., Zhao, X., Xia, Y., Wang, X., … Zhai, Y. (2026). Interpretable machine learning model for predicting kidney failure among CAKUT children in multicenter large-scale study. npj Digital Medicine. https://doi.org/10.1038/s41746-026-02901-1

Özçevik Subaşı, D., Akça Sümengen, A., Semerci, R., Şimşek, E., Çakır, G. N., & Temizsoy, E. (2025). Paediatric nurses' perspectives on artificial intelligence applications: A cross-sectional study of concerns, literacy levels and attitudes. Journal of Advanced Nursing, 81(3), 1353–1363. https://doi.org/10.1111/jan.16335

Sánchez-Herrero, S., Calvet, L., & Juan, A. A. (2023). Machine learning models for predicting personalized tacrolimus stable dosages in pediatric renal transplant patients. BioMedInformatics, 3(4), 926–947. https://doi.org/10.3390/biomedinformatics3040057

Sharma, M., Savage, C., Nair, M., Larsson, I., Svedberg, P., & Nygren, J. M. (2022). Artificial intelligence applications in health care practice: Scoping review. Journal of Medical Internet Research, 24(10), e40238. https://doi.org/10.2196/40238

Tutar, Ş., Özgörü, H., & Şensoy, Ö. (2025). Pediatri hemşireliğinde yapay zekâ destekli yaklaşımlar. Akdeniz Hemşirelik Dergisi, 4(3), 146–155. https://doi.org/10.59398/ahd.1741115

ACİL SERVİSLERDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ KLİNİK KARAR VERME SÜREÇLERİ VE HEMŞİRELİK ETİĞİ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED CLINICAL DECISION-MAKING PROCESSES IN EMERGENCY DEPARTMENTS AND NURSING ETHICS

Nisanur MUTLUŞAHİNOĞLU

Maltepe Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Anestezi Programı İstanbul, Türkiye.

ORCID NO: 0009-0001-9121-0649

ÖZET

Acil servisler; yüksek hasta yoğunluğu, zaman kısıtları ve klinik belirsizlikler nedeniyle hızlı ve doğru karar verme süreçlerinin en riskli olduğu alanlardır. Bu nedenle yapay zekâ destekli klinik karar destek sistemleri ve dijital triyaj uygulamaları; triyaj, erken uyarı, risk tahmini, hasta yönlendirme ve kaynak yönetimi süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, 2016–2026 yılları arasında yayımlanan güncel literatür doğrultusunda acil servislerde kullanılan yapay zekâ destekli karar sistemlerinin klinik katkıları, sınırlılıkları ve hemşirelik etiği açısından oluşturduğu ikilemler değerlendirilmiştir. Çalışmalarda makine öğrenmesi tabanlı triyaj algoritmaları, sepsis ve klinik kötüleşme erken uyarı sistemleri, semptom denetleyicileri, mobil öz-triyaj uygulamaları, teletriyaj platformları ve hasta yönlendirme araçlarının incelendiği görülmektedir. Bulgular, bu sistemlerin hasta verilerini kısa sürede analiz ederek önceliklendirmede standardizasyon sağlayabildiğini, yüksek riskli hastaların erken tanınmasını desteklediğini, bekleme sürelerini azaltabildiğini ve hemşirelerin klinik karar süreçlerini güçlendirebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, sistem performansı veri setinin niteliğine, algoritmanın doğruluğuna ve klinik ortama göre değişebilmekte; algoritmik yanlılık, düşük veya aşırı triyaj, teknik yetersizlikler, otomasyon yanlılığı ve sözsüz klinik belirtilerin gözden kaçırılması gibi risklerin bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca veri gizliliği ve güvenliği, aydınlatılmış onam, algoritmik adalet, profesyonel özerklik, hesap verebilirlik ve bakımın insani niteliğinin korunması temel etik sorunlardır. Dijital erişimi sınırlı veya veri setlerinde yeterince temsil edilmeyen grupların dezavantajlı duruma düşmesi adalet ilkesini tehdit edebilirken, algoritmaların "kara kutu" niteliği ve hatalı sınıflandırmalarda sorumluluğun belirsizleşmesi hemşirelerin klinik muhakemesini ve profesyonel özerkliğini zayıflatma riski taşımaktadır.

Sonuç olarak yapay zekâ, hemşirenin klinik değerlendirmesinin yerine geçen bağımsız bir karar verici değil, insan denetiminde kullanılan destekleyici bir araç olarak konumlandırılmalıdır. Güvenli uygulama için algoritmaların farklı hasta gruplarında doğrulanması, açıklanabilir sistemlerin geliştirilmesi, veri güvenliğinin güçlendirilmesi ve bakım onurunu ve hasta haklarını korumak adına, hemşirelik eğitimine yapay zekâ okuryazarlığı ile dijital etik konularının eklenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Acil Hemşireliği, Klinik Karar Verme, Hemşirelik Etiği, Dijital triyaj

ABSTRACT

Emergency departments are areas where rapid and accurate decision-making processes carry the highest risk due to high patient volume, time constraints, and clinical uncertainties. Consequently, artificial intelligence-supported clinical decision support systems and digital triage applications are increasingly utilized in triage, early warning, risk prediction, patient routing, and resource management processes.

In this study, the clinical contributions, limitations, and dilemmas regarding nursing ethics of artificial intelligence-supported decision systems used in emergency departments were evaluated in line with the current literature published between 2016 and 2026. The reviewed studies examine machine learning-based triage algorithms, sepsis and clinical deterioration early warning systems, symptom checkers, mobile self-triage applications, teletriage platforms, and patient routing tools. The findings indicate that these systems can standardize prioritization by analyzing patient data in a short time, support the early identification of high-risk patients, reduce waiting times, and enhance the clinical decision-making processes of nurses. However, system performance varies depending on the quality of the dataset, algorithmic accuracy, and the clinical setting; furthermore, risks such as algorithmic bias, under- or over-triage, technical deficiencies, automation bias, and the omission of non-verbal clinical cues are reported. In addition, data privacy and security, informed consent, algorithmic fairness, professional autonomy, accountability, and preserving the humanistic quality of care constitute the fundamental ethical challenges. While the disadvantaging of groups with limited digital access or underrepresented datasets may threaten the principle of justice, the "black box" nature of algorithms and the ambiguity of responsibility in misclassifications pose a risk of undermining nurses' clinical reasoning and professional autonomy.

Consequently, artificial intelligence should be positioned not as an independent decision-maker replacing the clinical assessment of the nurse, but as a supportive tool utilized under human supervision. For safe practice, it is recommended to validate algorithms in diverse patient groups, develop explainable systems, strengthen data security, and integrate artificial intelligence literacy and digital ethics into nursing education to protect care dignity and patient rights.

Keywords: Artificial Intelligence, Emergency Nursing, Clinical Decision-Making, Nursing Ethics, Digital Triage

HEMŞİRELİK BAKIM PLANLARINDA STANDART DİLİN GÜÇLENDİRİLMESİ: HEMŞİRELİK TANILARI, GİRİŞİMLERİ VE SONUÇ SINIFLAMALARININ BİRLİKTE KULLANIMI

STRENGTHENING STANDARDIZED LANGUAGE IN NURSING CARE PLANS: THE INTEGRATED USE OF NURSING DIAGNOSES, INTERVENTIONS, AND OUTCOME CLASSIFICATIONS

Dr. Öğr. Üyesi İlkay YURTSEVER

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Sivas

ORCID NO: 0000-0001-5460-6137

ÖZET

Giriş: Hemşirelik mesleğinde ortak bir dil oluşturmak amacıyla çeşitli sınıflama sistemleri geliştirilmiştir. Hemşirelik süreci, bireyin bakım gereksinimlerinin belirlenmesi, uygun girişimlerin planlanması ve bakım sonuçlarının değerlendirilmesini sağlayan sistematik bir yaklaşım olup, bu süreçte NANDA-I Hemşirelik Tanıları Sınıflaması, Hemşirelik Girişimleri Sınıflama Sistemi (NIC) ve Hemşirelik Sonuçları Sınıflama Sistemi (NOC) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Amaç: Bu derlemenin amacı, NANDA-I, NIC ve NOC sınıflama sistemlerinin (NNN) hemşirelik uygulamalarında ortak bir dil oluşturmadaki rolünü ve katkısını incelemektir.

Yöntem: Bu çalışma, ilgili konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesine dayanan geleneksel bir derlemedir. Konuya ilişkin güncel bilimsel makaleler, kitaplar ve klinik rehberler taranmış; elde edilen bilgiler analiz edilerek hemşirelik uygulamaları açısından sentezlenmiştir.

Bulgular: Literatürde bu sınıflama sistemlerinin çoğunlukla ayrı ayrı ele alındığı ve bütüncül kullanımının hem önemi hem de katkılarına sınırlı düzeyde yer verildiği görülmektedir. NNN sınıflama sistemlerinin birlikte kullanımı; tanı, girişim ve sonuçların yapılandırılmasını sağlayarak bakımın görünür ve ölçülebilir hale gelmesine, klinik karar verme ve eleştirel düşünmenin güçlenmesine, bakımın standardizasyonu ve tutarlılığının artmasına, sağlık bilişimi sistemleriyle uyumun geliştirilmesine ve hasta güvenliğinin desteklenmesine katkı sağlamaktadır.

Sonuç: Bu bağlamda NNN sınıflama sistemlerinin birlikte kullanımı, profesyonel hemşirelik uygulamalarının geliştirilmesinde önemli ve gerekli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: NANDA-I, NIC, NOC, hemşirelik süreci, hemşirelik bakım planı.

ABSTRACT

Introduction: Various classification systems have been developed to establish a standardized language in the nursing profession. The nursing process is a systematic approach that enables the identification of individuals' care needs, planning of appropriate interventions, and evaluation of care outcomes. Within this process, the NANDA-I Nursing

Diagnoses Classification, Nursing Interventions Classification (NIC), and Nursing Outcomes Classification (NOC) are widely used.

Aim: The aim of this review is to examine the role and contribution of the NANDA-I, NIC, and NOC classification systems in establishing a common language for nursing care planning.

Methods: This study is a traditional narrative review based on an examination of the national and international literature on the topic. Recent scientific articles, books, and clinical guidelines were reviewed, and the available evidence was critically examined and synthesized with a focus on its implications for nursing practice.

Results: The literature indicates that these classification systems are mostly addressed separately, while limited attention has been given to the importance and contributions of their integrated use. The combined use of NNN classification systems contributes to making nursing care visible and measurable by structuring diagnoses, interventions, and outcomes; strengthening clinical decision-making and critical thinking; enhancing the standardization and consistency of care; improving compatibility with health information systems; and supporting patient safety.

Conclusion: In this context, the integrated use of NNN classification systems is considered an important and necessary approach for advancing professional nursing practice.

Keywords: NANDA-I, NIC, NOC, nursing process, nursing care plan.

GİRİŞ

Hemşirelik; birey, aile ve toplumun en yüksek sağlık düzeyine ulaşmasını destekleyen; sağlığın korunması ve geliştirilmesi, hastalıkların önlenmesi ve bakım hizmetlerinin sunulmasından sorumlu, bilimsel bilgi ve etik değerlere dayalı profesyonel bir sağlık disiplinidir. Bu doğrultuda hemşire, mesleki bilgi ve becerilerini kullanarak birey merkezli, güvenli ve kültürel açıdan duyarlı bakım sunan; aynı zamanda eğitim, araştırma, yönetim ve savunuculuk rollerini üstlenen profesyonel bir sağlık çalışanı olarak tanımlanmaktadır (ICN, 2025).

Hemşireliğin bu çok boyutlu yapısı, bakım uygulamalarının rastlantısal değil, sistematik ve kanıta dayalı bir yaklaşımla yürütülmesini gerekli kılar. Nitekim, sistematik hemşirelik bakımının temelini hemşirelik süreci oluşturur (Birol, 2013). Hemşirelik süreci; veri toplama, tanılama, planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşan; problem çözme ve eleştirel düşünmeye dayalı yapılandırılmış bir yöntemdir (Birol, 2013; Yıldırım ve Özkahraman, 2013). Bu yönüyle hemşirelik süreci, bakımın bireyselleştirilmesini, sürekliliğinin sağlanmasını ve bakım kalitesinin artırılmasını mümkün kılmakta olup, günümüzde birçok ülkede hemşirelik uygulamalarının temelini oluşturmaya devam etmektedir (Birol, 2013; ICN, 2025).

Hemşirelik süreci kavramı, literatürde ilk kez 1955 yılında Lydia Hall tarafından, hemşirenin görev ve sorumluluklarını tanımlamak amacıyla kullanıldığı kabul edilmektedir. 1950'li yıllarda bu süreç; gözlem, ölçme, veri toplama ve bulguların analizi gibi bilimsel yöntemlere dayandırılarak tanılama, planlama ve değerlendirme olmak üzere üç basamaklı bir yapı şeklinde ele alınmıştır (Velioğlu, 1999). Sonraki yıllarda Dorothy Johnson, Ida Jean Orlando ve Ernestine Wiedenbach gibi hemşirelik kuramcılarının katkılarıyla hemşirelik süreci daha sistematik ve kapsamlı bir yapıya kavuşturulmuştur (Yıldırım ve Özkahraman, 2013). Bu kuramsal gelişmeler, sürecin yalnızca teknik bir uygulama dizisi olmanın ötesine geçerek, bilimsel ve eleştirel düşünmeye dayalı

profesyonel bir yaklaşım olarak yapılandırılmasını sağlamıştır. Günümüzde ise hemşirelik süreci literatürde çoğunlukla veri toplama, tanılama, planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarından oluşan beş basamaklı bir model olarak ele alınmaktadır (Birol, 2013; Erer, Akbaş ve Yıldırım, 2017; Kaya, 2004).

Hemşirelik tanısı kavramı ise, 1953 yılında Virginia Fry tarafından ortaya atılmış ve bireyselleştirilmiş bakım planlarının geliştirilmesinde hemşirelik tanısının kritik bir adım olduğu vurgulanmıştır. Bununla birlikte, başlangıçta hemşirelik tanısı kavramı tıbbi tedaviye odaklanan sorunlarla karıştırıldığı için yaygın kabul görmemiştir (Birol, 2013). 1974 yılında North American Nursing Diagnosis Association (NANDA)'nın kurulmasıyla birlikte hemşirelik tanısı kavramı sistematik bir yapı kazanmış ve hemşirelik sürecinin temel bileşenlerinden biri olarak yapılandırılmıştır (Birol, 2013; Kocaçal ve ark., 2021).

Bunu takiben, hemşirelik uygulamalarının farklı boyutlarını standart bir dil ile tanımlamak amacıyla Hemşirelik Girişimleri Sınıflandırma Sistemi (Nursing Intervention Classification, NIC) geliştirilmiş; hemşirelik bakımının sonuçlarını sistematik ve ölçülebilir biçimde değerlendirmek amacıyla da Hemşirelik Sonuçları Sınıflandırma Sistemi (Nursing Outcomes Classification, NOC) oluşturulmuştur (Kocaçal ve ark., 2021). NIC ve NOC birlikte, hemşirelik bakımının girişim ve sonuç boyutlarını standartlaştırarak birbirini tamamlayan bütüncül bir yapı sunmaktadır.

Klinik uygulamada, hemşirelik bakımına ilişkin sınıflama sistemi bileşenlerinin çoğu zaman birbirinden bağımsız ve parçalı şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bu durum, hemşirelik tanıları, girişimleri ve bakım sonuçları arasındaki ilişkinin yeterince ortaya konulamamasına, bakım sürecinin bütüncül olarak izlenmesinin güçleşmesine ve standart dilin etkin kullanımının sınırlanmasına neden olabilmektedir (Johnson ve ark., 2012).

Bu derlemenin amacı, Bu derlemenin amacı, NANDA-I, NIC ve NOC sınıflama sistemlerinin (NNN) hemşirelik uygulamalarında ortak bir dil oluşturmadaki rolünü ve katkısını incelemektir.

YÖNTEM

Bu çalışma, ilgili konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesine dayanan geleneksel bir derlemedir. Konuya ilişkin güncel bilimsel makaleler, kitaplar ve klinik rehberler taranmış; elde edilen bilgiler analiz edilerek hemşirelik uygulamaları açısından sentezlenmiştir.

BULGULAR

Hemşirelik Sınıflama Sistemleri

1. NANDA-I Hemşirelik Tanıları Sınıflandırması

Standartlaştırılmış hemşirelik dilinin gelişimi, 1970'li yıllarda NANDA tarafından hemşirelik tanılarına yönelik bir sınıflandırma sisteminin geliştirilmesiyle başlamıştır (Johnson ve ark., 2012). Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da görev yapan hemşire eğitimciler, teorisyenler ve uygulayıcılardan oluşan NANDA, hemşirelik tanılarına ilişkin terminolojinin geliştirilmesi, hemşirelik dilinin standardize edilmesi ve profesyonel hemşirelik uygulamalarında kullanılabilecek sistematik bir sınıflandırma oluşturulması amacıyla kurulmuştur (Ay, 2008). NANDA sınıflandırmasının kökeni 1970'li yıllara dayanmaktadır. Amerikan Hemşireler Birliği (American Nurses Association [ANA])'nin

"hemşirelik tanısı" kavramını ilk kez gündeme getirmesinin ardından, 1973 yılında hemşirelik tanılarının sınıflandırılmasına yönelik ilk konferans grubunun oluşturulmasıyla kurumsal bir yapı kazanmıştır. 2002 yılında uluslararası katılımın artmasıyla birlikte NANDA International (NANDA-I) adını almıştır (Johnson ve ark., 2012; von Krogh, 2008).

1987 yılında NANDA-I, Kuzey Amerika'daki hemşirelik kuramsal modellerini yansıtan Taksonomi I'i yayımlamış; 2002 yılında ise Marjory Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri tanılama çerçevesinden uyarlanan Taksonomi II kabul edilmiştir. Bu yapı, günümüzde dünya genelinde en yaygın kullanılan hemşirelik tanılama çerçevelerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Gallagher-Lepak & Lopes, 2021). NANDA-I hemşirelik tanıları, hasta olgularını sınıflandıran temel sistemlerden biri olarak kabul edilmekte olup, hemşirelik mesleğinin sorumluluk alanına giren birey, aile ve toplum düzeyindeki sağlık yanıtlarını tanımlamak, kavramsallaştırmak ve klinisyenlerin bu olguları doğru biçimde tanılamasına rehberlik etmek amacıyla geliştirilmiştir (von Krogh, 2008).

NANDA-I hemşirelik tanıları; mevcut, risk ve sağlığın geliştirilmesine yönelik tanılar olmak üzere üç temel grupta sınıflandırılmaktadır. Mevcut hemşirelik tanıları, bireyde gözlenen belirti ve bulgular ile bunlarla ilişkili faktörler doğrultusunda belirlenirken; risk tanıları, bireyin sağlık sorunları geliştirme olasılığını artıran risk faktörleri temelinde oluşturulmaktadır. Sağlığın geliştirilmesine yönelik tanılar ise bireyin sağlık düzeyini geliştirme ve sürdürme yönündeki isteği ve bu doğrultudaki davranışları ele alınmaktadır (Johnson ve ark., 2012).

NANDA-I sınıflandırması, Taksonomi II kapsamında alanlar ve sınıflardan oluşan hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Ayrıca NANDA-I; NIC ve NOC temsilcileriyle birlikte çalışarak hemşirelik uygulamalarını bütünleştiren ortak bir taksonominin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Kuruluş, yeni tanıların geliştirilmesi ve doğrulanması süreçlerini yürüten komiteler aracılığıyla sınıflandırma sistemini sürekli olarak güncellemekte ve geliştirmektedir. Günümüzde NANDA-I terminolojisi birçok dile çevrilmiş ve farklı ülkelerde yaygın olarak kullanılan standart bir hemşirelik dili haline gelmiştir (Johnson ve ark., 2012).

2. Hemşirelik Girişimleri Sınıflandırma Sistemi (Nursing Intervention Classification, NIC)

NIC sınıflandırma sistemi, 1987 yılında Iowa Üniversitesi'nde Joanne McCloskey Dochterman ve Gloria Bulechek liderliğinde bir araştırma ekibi tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. Hemşirelik girişimlerini standart ve kapsamlı bir sınıflama sistemi içinde tanımlamak amacıyla geliştirilen NIC, ilk kez 1992 yılında yayımlanmıştır (Johnson ve ark., 2012). 1994 yılında uluslararası indekslere dâhil edilmiş, 1996 yılında ise güncellenmiştir (Ay, 2008). NIC kapsamında hemşirelik girişimleri; hemşirelik yargısı ve klinik bilgiye dayalı olarak birey, aile veya toplum düzeyinde gerçekleştirilen ve hasta sonuçlarının iyileştirilmesini hedefleyen hemşirelik bakım uygulamaları olarak tanımlanmaktadır (Johnson et al., 2012). NIC'in geliştirilmesinde NANDA hemşirelik tanılarından yararlanılmış ve hemşirelik tanıları ile uygulanabilecek girişimler arasında ilişki kurulmuştur (İskender ve Kaplan, 2019; Ay, 2008)

NIC, yedi ana alan ve otuz sınıf altında yapılandırılmış kapsamlı bir sınıflama sistemidir. Her bir NIC girişimi standart bir etiket, tanım ve uygulamayı oluşturan aktivitelerden oluşmaktadır. Standart tanım ve etiket değiştirilemezken, bakımın bireyselleştirilmesi

aktivitelerin seçimi yoluyla sağlanmaktadır. NIC sınıflama sistemi sürekli güncellenmekte olup yüzlerce girişim ve binlerce aktiviteyi içeren geniş kapsamlı bir yapı sunmaktadır (Johnson ve ark., 2012; Korkmaz Aslan ve Emiroğlu, 2012). NIC, yoğun bakım, evde bakım, palyatif bakım ve birinci basamak sağlık hizmetleri gibi farklı bakım ortamlarının yanı sıra çeşitli uzmanlık alanlarında kullanılabilmektedir (Johnson ve ark., 2012).

3. Hemşirelik Sonuçları Sınıflandırma Sistemi (Nursing Outcomes Classification, NOC)

Hasta sonuçları, birey, aile veya toplumun hemşirelik girişimleri sonrasında gösterdiği değişimleri ifade eder. Bu değişimler; bireyin sağlık durumu, davranışları ve algıları üzerinden belirlenen ölçütler kullanılarak zaman içinde izlenebilir ve değerlendirilebilir. Bununla birlikte, hasta sonuçları yalnızca hemşirelik girişimlerinin etkisiyle şekillenmemekte; bakım sürecine dahil olan diğer sağlık profesyonellerinin uygulamaları, sağlık hizmeti sunumuna ilişkin organizasyonel faktörler ve bireysel hasta özellikleri gibi çeşitli etmenlerden de etkilenebilmektedir (Johnson ve ark., 2012).

NOC, hemşirelik girişimlerinin etkinliğini değerlendirmede kullanılan hasta sonuçlarını tanımlayan bir sistemdir (Ay, 2008; Johnson ve ark., 2012). 1991 yılında Marion Johnson ve Meridean Maas liderliğinde Iowa Üniversitesi'nde geliştirilmeye başlanmış, hemşirelik bakım sonuçlarını değerlendirmeye yönelik kapsamlı ve standartlaştırılmış bir sınıflama sistemi olarak ilk kez 1997 yılında yayımlanmıştır (Johnson ve ark., 2012).

Her bir NOC sonucu; standart bir etiket ve tanım ile bu sonucu değerlendirmeye yönelik göstergelerden oluşmakta ve göstergeler beşli likert tipi bir ölçek kullanılarak değerlendirilmektedir. Bu yapı, bireyin sağlık durumunda meydana gelen değişikliklerin zaman içerisinde izlenmesine ve hemşirelik bakımının etkinliğinin sistematik ve objektif biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Johnson ve ark., 2012).

NOC, farklı klinik alanlarda ve çeşitli bakım ortamlarında kullanılabilecek şekilde geliştirilmiştir. NOC sistemi sürekli güncellenmekte olup yüzlerce sonucu içeren geniş kapsamlı bir yapı sunmaktadır. Ayrıca NANDA-I tanıları ve NIC girişimleri başta olmak üzere çeşitli hemşirelik sınıflama sistemleri ile ilişkilendirilmiş olması, hemşirelik bakımının bütüncül ve entegre biçimde değerlendirilmesini desteklemektedir (Johnson ve ark., 2012).

NANDA-I, NIC ve NOC Sınıflama Sistemlerinin Birlikte Kullanımının Hemşirelik Uygulamalarına Katkısı

Hemşirelik sınıflama sistemleri, mesleki bilginin yapılandırılması ve klinik uygulamaya aktarılması için sistematik bir çerçeve sunmaktadır. NANDA-I, NIC ve NOC'un birlikte kullanımı; hemşirelik tanıları, girişimleri ve sonuçlarını bütünleştirerek bakım sürecinin sistematik biçimde planlanmasını ve değerlendirilmesini desteklemektedir (Johnson et al., 2012). Bu doğrultuda, NNN sistemlerinin birlikte kullanımının hemşirelik uygulamalarına sağladığı başlıca katkılar aşağıda ele alınmaktadır.

1. **Bakımın görünür ve ölçülebilir hale getirilmesi**

Clark ve Lang (1992), hemşirelik sınıflama sistemlerinin önemini, "Eğer adlandıramıyorsak kontrol edemeyiz, finanse edemeyiz, öğretemeyiz, araştırmayız ve kamu politikasına dahil edemeyiz" ifadesiyle vurgulamıştır. Bu yaklaşım, hemşirelik bakımının ortak ve standart bir dil aracılığıyla tanımlanmasının, bakım uygulamalarının görünür, ölçülebilir ve değerlendirilebilir hâle getirilmesi açısından taşıdığı önemi ortaya

koymaktadır. Hemşirelik sınıflama sistemleri, hemşirelik uygulamalarının ortak ve standart bir terminoloji kullanılarak tanımlanmasına olanak sağlayarak gerçekleştirilen bakımın ve bakım sonuçlarının sistematik biçimde belgelenmesini, izlenmesini ve değerlendirilmesini desteklemektedir. Bu doğrultuda, hemşirelik hizmetlerinin niteliğinin değerlendirilmesi, bakım sonuçlarının karşılaştırılabilmesi ve hemşirelik uygulamalarının sağlık hizmetleri içerisindeki görünürlüğünün artırılması mümkün hâle gelmektedir (Ay, 2008; Johnson et al., 2012; Kaya, 2004; Kaya, 2021).

Hemşirelik bakımının görünür ve ölçülebilir hale getirilmesi, yalnızca gerçekleştirilen hemşirelik girişimlerinin ve bireysel hasta sonuçlarının değerlendirilmesiyle sınırlı olmayıp, bakımın sunulduğu sağlık hizmeti yapısının, organizasyonel özelliklerin ve bakım süreçlerinin de birlikte ele alınmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda, hemşirelik hizmetlerinin hangi uygulamaların gerçekleştirildiği, bu uygulamaların hangi koşullarda ve nasıl sunulduğu ve hangi sonuçlarla ilişkili olduğu üzerinden sistematik biçimde değerlendirilmesi, bakımın etkililiği, maliyet-etkililiği ve kalite boyutlarının daha kapsamlı biçimde incelenmesine olanak sağlamaktadır. Böyle bir değerlendirme, hemşirelik bakımının yalnızca bireysel hasta düzeyindeki sonuçlar üzerinden değil, aynı zamanda bakım süreçleri ve sağlık hizmetlerinin organizasyonu bağlamında da ele alınmasına katkı sağlamaktadır (Ay, 2008; Johnson et al., 2012).

Sınıflama sistemlerinin bir diğer önemli katkısı, hemşirelik bakımına ilişkin verilerin elektronik sağlık kayıtlarında düzenli ve sistematik bir şekilde kaydedilmesini sağlamasıdır. Standartlaştırılmış terminolojinin elektronik sağlık kayıtlarına entegre edilmesi, hemşirelik bakımının dijital sağlık sistemlerinde daha görünür ve izlenebilir olmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, yapılandırılmış bu verilerin analiz edilmesi, hemşirelik hizmetlerinin ve genel olarak sağlık hizmetlerinin değerlendirilmesini ve geliştirilmesini desteklemektedir (Ay, 2008; Korkmaz Aslan ve Emiroğlu, 2012). Böylece hemşirelik bakımı, yalnızca bireysel klinik uygulama düzeyinde değerlendirilen bir hizmet alanı olmaktan çıkarak, yapılandırılmış bakım verileri aracılığıyla hizmet süreçleri ve sağlık sistemi düzeyinde de değerlendirilebilen bir yapıya dönüşmektedir. Bu veriler, hemşirelik uygulamalarının ve bakım sonuçlarının izlenmesinin yanı sıra, sağlık hizmetlerine ilişkin karar verme süreçlerinin kanıta dayalı ve yapılandırılmış verilerle desteklenmesine olanak sağlamaktadır.

2. Hemşirelikte standart terminoloji kullanımı ve ekip içi iletişimin güçlendirilmesi

NNN sınıflama sistemleri, hemşirelik uygulamalarına ilişkin klinik kavramların ortak ve standart bir terminoloji ile tanımlanmasını sağlayarak hemşirelik bakımına ilişkin bilgilerin sağlık profesyonelleri arasında tutarlı biçimde paylaşılmasını desteklemektedir. Ortak bir terminolojinin kullanılması, hemşireler ile diğer sağlık profesyonelleri arasında klinik durumların, bakım gereksinimlerinin ve gerçekleştirilen hemşirelik uygulamalarının daha açık biçimde ifade edilmesine olanak tanımakta; aynı zamanda hastalar, aileler ve sağlık hizmetlerinin diğer paydaşlarıyla iletişim ve iş birliğinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Ay, 2008; Jones ve ark., 2010; Kaya, 2004; Kaya, 2021; Oksay Şahin ve Erdemir, 2016).

Klinik kavramların standart biçimde tanımlanması ve kayıt altına alınması, farklı meslek gruplarının bakım sürecine ilişkin ortak bir terminolojik çerçeve üzerinden iletişim kurmasını destekleyerek disiplinler arası bilgi paylaşımı ve bakım koordinasyonunun güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu doğrultuda, standart terminoloji kullanımı, bakımın farklı aşamalarında bilgi sürekliliğinin korunmasını ve ekip içi iletişimin daha

tutarlı biçimde yürütülmesini destekleyen bir araç olarak değerlendirilebilir (Jones ve ark., 2010).

3. Klinik karar verme ve eleştirel düşünmenin güçlendirilmesi

Hemşirelik uygulamalarında özellikle birden fazla kronik hastalığı bulunan bireylerde semptomların, risklerin, mevcut sağlık sorunlarının ve bakım gereksinimlerinin birbiriyle ilişkili olması, hemşirelerin çok boyutlu klinik verileri bütüncül bir yaklaşımla ele almasını gerektirmektedir. NANDA-I, NIC ve NOC arasındaki bağlantılar, elde edilen klinik verilerin hemşirelik tanıları, uygun girişimler ve beklenen sonuçlar çerçevesinde yapılandırılmasını destekleyerek hemşirenin klinik bilgiyi sistematik biçimde organize etmesine ve bakım önceliklerini belirlemesine katkı sağlamaktadır. Bu yapı, hemşirelik sürecinin farklı aşamaları arasındaki ilişkilerin görünür hâle getirilmesine olanak sağlayarak klinik akıl yürütme ve karar verme sürecinin daha sistematik biçimde yürütülmesini desteklemektedir (Johnson ve ark., 2012; Kaya, 2004; Kaya, 2021).

4. Bakımın standardizasyonu ve tutarlılığının sağlanması

NNN sınıflama sistemlerinin bütüncül biçimde kullanılması, standartlaştırılmış bir bakım yaklaşımının benimsenmesini ve bakım uygulamalarında tutarlılığın korunmasını desteklemektedir. Aynı bireye farklı hemşireler tarafından bakım verildiği durumlarda ortak bir sınıflama ve terminoloji kullanılması, bakımın sürekliliğinin sağlanmasına ve uygulamalar arasındaki farklılıkların azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, farklı klinik ortamlardaki bakım uygulamalarının ortak bir terminolojik çerçevede ifade edilmesi, hemşirelik hizmetlerinin karşılaştırılabilirliğini artırarak mesleki standardizasyonun güçlendirilmesine olanak sunmaktadır (Kaya, 2004; Oksay Şahin ve Erdemir, 2016; Kaya, 2021; Johnson ve ark., 2012).

5. Elektronik sağlık kayıtları ve sağlık bilişimi ile uyumun artırılması

Standart hemşirelik terminolojisinin kullanılması, hemşirelik bakımına ilişkin verilerin kodlanmasını ve elektronik bilgi sistemlerinde düzenli bir biçimde kaydedilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu veriler gerektiğinde yeniden erişilerek değerlendirilebilir ve analiz edilebilir. NNN sınıflama sistemleri sayesinde hemşirelik bakımına ilişkin kavramlar elektronik sistemlerde ortak bir terminoloji kullanılarak sınıflandırılabilir, kodlanabilir ve birbirleriyle ilişkilendirilebilir. Böylece NNN, hemşirelik bakımına ilişkin klinik bilgilerin elektronik ortamlarda standart ve anlaşılır bir biçimde ifade edilmesine ve sağlık bilişimi uygulamalarına aktarılmasına olanak sağlayan bir sınıflama çerçevesi sunmaktadır (Johnson ve ark., 2012).

6. Hemşirelik bakım kalitesinin ve hasta güvenliğinin geliştirilmesi

NNN sınıflama sistemlerinin bütüncül biçimde kullanılması, bakım süreçlerinin ve sonuçlarının ölçülebilir göstergeler aracılığıyla izlenmesine, farklı klinik ortamlardaki hemşirelik uygulamalarının karşılaştırılmasına ve kalite iyileştirme çalışmalarının yapılandırılmış verilerle desteklenmesine olanak sağlamaktadır. Standartlaştırılmış ve izlenebilir bakım verileri, hasta güvenliği açısından bakım süreçlerinin değerlendirilmesine ve bakım bilgilerinin sürekliliğinin sağlanmasına da katkıda bulunabilir (Johnson ve ark., 2012).

7. Eğitim ve klinik öğretimde yapılandırılmış öğrenmenin desteklenmesi

Hemşirelik bilgilerinin farklı ve parçalı yaklaşımlarla öğretilmesi, öğrencilerin bu bilgileri klinik uygulamada bir bütün olarak kullanmasını zorlaştırabilir. Buna karşılık, entegre öğretim ve standart terminoloji kullanımı, kuramsal bilgilerin klinik uygulamaya aktarılmasını kolaylaştırarak eğitim ile uygulama arasında daha tutarlı bir bağlantı kurulmasına yardımcı olabilir (Kaya, 2004; Kaya, 2021; Johnson ve ark., 2012).

NNN sınıflama sistemlerinin hemşirelik müfredatına entegre edilmesi, eğitim sürecinde terminolojik tutarlılığın ve sürekliliğin sağlanmasına yardımcı olabilir. Bu entegrasyon, öğrencilerin hemşirelik tanıları, girişimleri ve bakım sonuçları arasındaki ilişkiyi daha sistematik biçimde anlamalarını sağlayarak klinik akıl yürütme becerilerinin gelişmesine ve eğitim ile klinik uygulama arasındaki uyumun güçlenmesine katkıda bulunabilir (Kaya, 2004; Kaya, 2021; Johnson ve ark., 2012).

8. Hemşirelik bilgisinin geliştirilmesine katkısı

NNN sınıflamaları, hemşirelik bilgisinin sistematik biçimde yapılandırılmasına ve orta düzey hemşirelik kuramlarının klinik uygulamaya aktarılmasına katkı sağlayan kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. NANDA-I, NIC ve NOC arasındaki tanı, girişim ve sonuç ilişkileri, hemşirelik bakımının temel unsurlarını birbiriyle ilişkilendirerek hemşirelik bilgisinin düzenlenmesine ve uygulamaya aktarılmasına olanak sağlamaktadır (Johnson ve ark., 2012).

Bunun yanı sıra NNN sınıflamaları, hemşirelik uygulamalarının araştırılmasını ve sonuçlarının değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Standartlaştırılmış tanı, girişim ve sonuçların kullanılması, belirli hemşirelik girişimlerinin belirli tanılar ve bakım sonuçlarıyla ilişkilerinin incelenmesine olanak tanımakta; böylece hemşirelik uygulamalarına ilişkin kanıtların sistematik biçimde oluşturulmasını ve geliştirilmesini desteklemektedir (Johnson ve ark., 2012).

TARTIŞMA

NANDA-I hemşirelik tanıları, NIC hemşirelik girişimleri ve NOC hemşirelik sonuçları arasındaki bağlantının kurulması; bireyin gereksinimlerinin belirlenmesi, uygun hemşirelik girişimlerinin seçilmesi ve bakım sonuçlarının değerlendirilmesi açısından bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yapı aynı zamanda hemşirelik bakımının daha görünür ve ölçülebilir olmasına katkı sağlayarak klinik karar verme sürecinin desteklenmesine olanak tanımaktadır.

NNN sınıflamalarında ortak bir terminolojinin kullanılması, hemşirelik bakımının sağlık ekibi içinde daha açık ve anlaşılır biçimde ifade edilmesini sağlamaktadır. Standartlaştırılmış bakım verilerinin elektronik sağlık kayıtlarına aktarılması ise bakımın izlenmesini, kayıtların sürekliliğini ve kalite geliştirme çalışmalarının yürütülmesini kolaylaştırmaktadır. Bu yaklaşım, bireyin gereksinimlerine uygun bakımın planlanmasına ve bakım sonuçlarının değerlendirilmesine katkı sağlarken, bakım kalitesinin ve hasta güvenliğinin geliştirilmesini de desteklemektedir. Ayrıca NNN sınıflamalarının eğitim ve klinik öğretimde kullanılması, öğrencilerin hemşirelik bakım sürecini daha sistematik biçimde öğrenmelerine; araştırmalarda ise standartlaştırılmış bakım verilerinden yararlanılmasına ve hemşirelik bilgi birikiminin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

SONUÇ

NNN sınıflamalarının klinik uygulama, eğitim, araştırma ve sağlık bilişimi alanlarında bütüncül biçimde ele alınması, hemşirelik bakımının standardizasyonunu güçlendiren ve mesleki bilgi birikiminin geliştirilmesini destekleyen önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Ay, F. (2008). Uluslararası Alanda Kullanılan Hemşirelik Tanıları ve Uygulamaları Sınıflandırma Sistemleri. *Türkiye Klinikleri*, (28), 555–561.

Birol, L. (2013). Hemşirelik Süreci: Hemşirelik Bakımında Sistematik Yaklaşım. Berke Ofset Matbaacılık, 10. Baskı, İzmir.

Erer, M.T., Akbaş, M., Yıldırım, G. (2017). Hemşirelik Sürecinin Evrimsel Gelişimi ve Hemşirelik Süreci, *Lokman Hekim Dergisi*, ;7:1-5.

Gallagher-Lepak S ve Lopes CT. Nursing Diagnosis Basics. Nursing Diagnoses Definitions and Classification. Twelfth Edition. Edited by Herdman TH, Kamitsuru S, Lopes CT. 2021;78-92.

International Council of Nurses (ICN). (2025). *Renewing the definitions of "nursing" and "a nurse": Final project report*. International Council of Nurses. https://www.icn.ch

İskender, Ö. ve Kaplan, S. (2019). Uluslararası Hemşirelik Sınıflandırma Sistemleri, *2*(2), 1–10.

Johnson, M., Bulechek, G. M., Butcher, H. K., McCloskey Dochterman, J., Maas, M. L., & Moorhead, S. (2012). *NANDA International, Nursing Outcomes Classification (NOC), and Nursing Interventions Classification (NIC) linkages: Nursing diagnoses, outcomes, and interventions* (3rd ed.). Elsevier.

Jones, D., Lunney, M., Keenan, G., & Moorhead, S. (2010). Standardized nursing languages: essential for the nursing workforce. *Annual review of nursing research*, *28*, 253–294. https://doi.org/10.1891/0739-6686.28.253

Kaya, A. (2021). Hemşirelikte Ortak Dil ve Sınıflandırma Sistemleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 22-25. https://izlik.org/JA42BE87HS

Kaya, N. (2004). NANDA hemşirelik tanıları, hemşirelik bakımının sonuçları (NOC) ve hemşirelik girişimleri (NIC) sınıflama sistemlerinin ilişkilendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Florence Nightingale Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 13(52), 121-132.

Kocaçal, E., Aktan, G.G., Eşer, İ. (2021). Tarihsel Süreç İçinde Hemşirelik Süreci ve Bakım Planlarının Gelişimi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi,* 24(2): 284-290. DOI: 10.17049/ataunihem.528109

Korkmaz Aslan, G. ve Emiroğlu, O. N. (2012). Hemşireliğin Görünürlüğünü Artırmak İçin Standardize ve Kodlu Bir Sınıflama Sisteminin Kullanılması: Klinik Bakım Sınıflama Sistemi Use of a Standardized and Coded Nursing Terminology to Enhance Nursing Visibility: Clinical Care Classification System (Der. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi*, 69–79.

Oksay Şahin, A. O. ve Erdemir, F. (2016). Hemşirelikte Ortak Dil ve Uluslararası Hemşirelik Terminolojileri. *Türkiye Klinikleri Surg Nurs - Special Topics*, *2*(1), 27–36.

Velioğlu, P. (1999). Hemşirelikte Kavram ve Kuramlar. Alaş Ofset Matbaa, İstanbul.

von Krogh G. An examination of the NANDA International taxonomy for domain completeness, ontological homogeneity, and clinical functionality. Int J Nurs Terminol Classif. 2008 Apr-Jun;19(2):65-75. doi: 10.1111/j.1744-618X.2008.00083.x. PMID: 18476846.

Yıldırım, B., Özkahraman. Ş. (2013). Eleştirel Düşünmeyi Hemşirelik Sürecinde Uygulama, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 29-35.

DOROTHEA OREM'İN ÖZ BAKIM EKSİKLİĞİ HEMŞİRELİK KURAMI ÇERÇEVESİNDE KİŞİSEL HİJYEN VE ÖZ BAKIM UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF PERSONAL HYGIENE AND SELF-CARE PRACTICES WITHIN THE FRAMEWORK OF DOROTHEA OREM'S SELF-CARE DEFICIT NURSING THEORY

Dr. Öğr. Üyesi İlkay YURTSEVER

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Sivas.

ORCID NO: 0000-0001-5460-6137

ÖZET

Giriş: Kişisel hijyen ve öz bakım uygulamaları, bireyin sağlığını koruma ve sürdürmesinde temel hemşirelik girişimleri arasında yer almaktadır.

Amaç: Bu çalışma, hemşirelerin kişisel hijyen ve öz bakım uygulamalarını, Dorothea Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı çerçevesinde değerlendirerek, bireylere yönelik eğitim içeriğini bütüncül bir yaklaşımla ele almayı ve bu yaklaşımın klinik hemşirelik uygulamalarındaki önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yöntem: Literatüre dayalı bu derlemede kişisel hijyen uygulamaları incelenmiş ve Orem'in öz bakım kuramsal çerçevesi ile ilişkilendirilmiştir.

Bulgular: Dünya Sağlık Örgütü hijyeni yalnızca temizlik değil, hastalıkların önlenmesi ve sağlığın korunmasına katkı sağlayan davranışlar ile çevresel koşulların bütününü içeren bir kavram olarak tanımlamaktadır. Orem'e göre öz bakım, bireyin yaşamını ve iyilik halini sürdürebilmesi için gerçekleştirdiği amaçlı bakım davranışlarının bütünüdür. Bu doğrultuda kişisel hijyen, öz bakımın önemli bir bileşeni olup evrensel, gelişimsel ve sağlıktan sapma öz bakım gereksinimlerini kapsayan çok boyutlu bir alan olarak değerlendirilmektedir. Yaşam döngüsü boyunca hijyen gereksinimleri değişkenlik gösterebilmekte; hastalık, enfeksiyon veya fiziksel kısıtlılık durumlarında bireyin öz bakım kapasitesi azalabilmektedir. Bu durumda hemşire, destekleyici-eğitici hemşirelik sistemi doğrultusunda bireyin öz bakım gücünü artırmaya yönelik eğitim ve rehberlik sağlamaktadır.

Sonuç: Kişisel hijyen, yalnızca temel bir temizlik davranışı olmayıp, bireyin öz bakım gücünü ve bağımsızlığını güçlendiren önemli bir hemşirelik girişimidir.

Anahtar Kelimeler: Öz bakım, kişisel hijyen, sağlık eğitimi, Orem Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı, hemşirelik bakımı.

ABSTRACT

Introduction: Personal hygiene and self-care practices are among the fundamental nursing interventions for maintaining and promoting individual health.

Aim: This study aimed to evaluate nurses' personal hygiene and self-care practices within the framework of Dorothea Orem's Self-Care Deficit Nursing Theory, to address

educational content provided to individuals through a holistic approach, and to highlight the importance of this approach in clinical nursing practice.

Methods: In this literature-based review, personal hygiene practices were examined and associated with Orem's self-care theoretical framework.

Results: The World Health Organization defines hygiene as a concept that encompasses not only cleanliness but also behaviors and environmental conditions that contribute to disease prevention and health promotion. According to Orem, self-care refers to the purposeful activities performed by individuals to maintain life, health, and well-being. In this context, personal hygiene is considered an essential component of self-care and a multidimensional domain encompassing universal, developmental, and health-deviation self-care requisites. Hygiene needs may vary throughout the life cycle, and an individual's self-care capacity may decrease in situations such as illness, infection, or physical limitations. In such cases, nurses provide education and guidance to enhance individuals' self-care agency within the supportive-educative nursing system.

Conclusion: Personal hygiene is not merely a basic cleaning behavior; rather, it is an important nursing intervention that strengthens individuals' self-care agency and independence.

Keywords: Self-care, personal hygiene, health education, Orem's Self-Care Deficit Nursing Theory, nursing care.

GİRİŞ

Kişisel hijyen ve öz bakım uygulamaları, bireyin sağlığını koruması ve sürdürmesi açısından temel hemşirelik girişimleri arasında yer almaktadır. Dorothea Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı'na göre bireylerin öz bakım gereksinimleri evrensel, gelişimsel ve sağlıktan sapma durumları olmak üzere üç temel başlık altında ele alınır. Bireyin bu gereksinimleri karşılayabilme kapasitesinin yetersiz kalması durumunda öz bakım eksikliği ortaya çıkar; bu durum bireyin öz bakım gücü ile öz bakım gereksinimleri arasındaki dengesizlikten kaynaklanır. Söz konusu dengesizlik hemşirelik müdahalesini gerekli kılar ve hemşirelik bakımının temelini oluşturur (Fawcett, 2005).

Orem'e göre hemşireliğin temel amacı, bireyin öz bakım gereksinimlerini bağımsız olarak karşılayabilmesini sağlamak ve öz bakım eksikliğini gidermektir. Bu doğrultuda hemşire, özellikle destekleyici-eğitici hemşirelik sistemi içinde yer alarak bireyin öz bakım gücünü (self-care agency) geliştirmeyi hedefler (Fawcett, 2005). Bu bağlamda kişisel hijyen eğitimi, hem koruyucu hem de rehabilite edici hemşirelik bakımının önemli bir bileşenini oluşturur.

Kişisel hijyen eğitimi, bireye temel hijyen uygulamalarının doğru şekilde öğretilmesini ve bu davranışların günlük yaşama entegre edilmesini kapsar. Eğitim süreci yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaz, bireyde davranış değişikliğini destekler ve sürdürülebilir öz bakım alışkanlıklarının kazandırılmasını amaçlar. Hemşire, bireyin yaşını, kültürel özelliklerini ve sağlık durumunu dikkate alarak bireye özgü eğitim planları geliştirir ve bu yolla öz bakım kapasitesinin güçlendirilmesine katkı sağlar.

Bu çalışma, hemşirelerin kişisel hijyen ve öz bakım uygulamalarını Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı kapsamında değerlendirerek, bireylere yönelik verilecek eğitim içeriğini bütüncül bir yaklaşımla ele almayı ve bu bilgilerin klinik hemşirelik uygulamalarındaki yerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışma, kişisel hijyen uygulamalarını inceleyen ve Orem'in Öz Bakım Eksikliği Kuramı ile ilişkilendiren literatür temelli bir derlemedir. İlgili literatür ulusal ve uluslararası veri tabanlarında taranmış ve konu ile ilişkili çalışmalar değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Orem'in kuramsal çerçevesi doğrultusunda yorumlanarak sentezlenmiştir.

BULGULAR

1. Hijyen Kavramının Tarihsel Gelişimi

Hijyen kavramının kökeni Antik Yunan mitolojisine dayanmaktadır. Sağlık ve hastalıklardan korunmayı temsil eden tanrıça Hygieia, hijyen kavramının sembolik temelini oluşturmuştur. Bu mitolojik yaklaşım, sağlık ile temizlik arasındaki ilişkiye erken dönemde dikkat çekmiştir. Aynı dönemde Hipokrat, tıbbın babası olarak kabul edilen bir hekim olarak, hastalıkların doğaüstü nedenlerden değil; çevre, yaşam koşulları ve bireysel alışkanlıklarla ilişkili olduğunu savunmuştur. Özellikle "hava, su ve çevre" faktörlerinin sağlığın korunmasındaki önemini vurgulayarak, hastalıklardan korunmada çevresel etkenlerin kontrol altına alınmasını önermiştir (Curtis, 2007).

Modern dönemde hijyen anlayışı bilimsel bir temele oturmuştur. Pasteur, Koch ve Leeuwenhoek gibi bilim insanlarının çalışmaları mikroorganizmaların hastalık etkeni olduğunu ortaya koyarken; Snow'un çalışmaları bulaşıcı hastalıkların yayılım mekanizmalarını açıklamıştır. Florence Nightingale ise gözleme ve bilimsel verilere dayalı yaklaşımıyla hemşirelikte hijyenin önemini vurgulamış, enfeksiyon kontrolü uygulamalarının temellerini oluşturmuştur (Curtis, 2007).

Günümüzde hijyen, yalnızca bireysel temizlik davranışlarını değil; mikroorganizmaların bulaşmasının önlenmesi, çevresel kontrolün sağlanması ve sağlıklı davranışların geliştirilmesini kapsayan çok boyutlu bir halk sağlığı yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (World Health Organization [WHO], 2021).

2. Kişisel Hijyeni Etkileyen Faktörler

Kişisel hijyen, bireyin kendi bedeninin temizliğini ve bakımını sağlamak, sağlığını korumak ve hastalıkların önlenmesine katkıda bulunmak amacıyla günlük yaşamda gerçekleştirdiği uygulamaların bütünüdür. WHO, kişisel hijyeni bireyin bedenini temiz tutmaya ve hastalıkları önlemeye yönelik uygulamalar olarak ele almakta; bu uygulamaların genel sağlık ve iyilik hâlinin desteklenmesine katkı sağladığını belirtmektedir (WHO, 2021).

Bu kapsamlı yaklaşım, Dorothea Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı ile de örtüşmektedir. Orem'e göre öz bakım, bireyin yaşamını, sağlığını ve iyilik halini sürdürebilmesi için yerine getirdiği amaçlı bakım davranışlarının bütününü ifade eden kapsamlı bir kavramdır. Bu davranışlar, bireyin günlük yaşamda sağlığını koruma ve sürdürmeye yönelik tüm aktivitelerini içermektedir (Fawcett, 2005). Bu çerçevede kişisel hijyen uygulamaları, öz bakımın önemli bir bileşenini oluşturan, bireyin sağlık davranışlarını sürdürebilme kapasitesini yansıtan temel alanlardan biri olarak değerlendirilebilir.

Kişisel hijyen, çok boyutlu ve birbiriyle ilişkili çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bireysel düzeyde kişisel tercihler, yaşam tarzı ve alışkanlıklar hijyen davranışlarının şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte bireyin bilgi düzeyi, sağlık

okuryazarlığı ve eğitim durumu da hijyen uygulamalarına yönelik farkındalığı ve doğru sağlık davranışı geliştirme becerisini etkilemektedir (Paramita, 2021; Singh ve ark., 2023).

Sosyoekonomik ve kültürel faktörler, bireyin kişisel hijyen davranışları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bireyin içinde bulunduğu toplumsal yapı, sosyal normlar ve kültürel değerler hijyen davranışlarının şekillenmesinde rol oynarken; ekonomik koşullar, aile ortamında kazanılan alışkanlıklar, yetiştirilme biçimi ve çocukluk döneminde edinilen davranışlar da bu uygulamaların temelini oluşturmaktadır (Paramita, 2021; Singh et al., 2023). Bunun yanı sıra, bireyin beden imajı, öz algısı, psikolojik durumu ve fiziksel sağlık durumu da kişisel hijyen davranışlarını etkileyebilmektedir. Hijyene ilişkin tutum ve inançlar ise bireyin hijyen uygulamalarını benimsemesini ve günlük yaşamında ne ölçüde sürdürdüğünü etkileyen önemli psikososyal faktörler arasında yer almaktadır (Paramita, 2021; Singh et al., 2023).

Tüm bu faktörler birlikte değerlendirildiğinde, kişisel hijyen davranışlarının yalnızca bireysel tercihlerden ibaret olmadığı, bireyin fiziksel, psikolojik, sosyal ve kültürel özelliklerinden etkilenen çok boyutlu bir süreç olduğu görülmektedir. Bu nedenle hijyen eğitimlerinin bireyin özellikleri ve gereksinimleri doğrultusunda planlanması ve günlük yaşamda uygulanabilir davranışlara odaklanması önemlidir. Bu doğrultuda, kişisel hijyen eğitiminde ele alınması gereken temel uygulamalar aşağıda açıklanmıştır.

3. Kişisel Hijyen Uygulamaları

3.1.El, Tırnak ve Ayak Hijyeni:

Hijyen, enfeksiyonların yayılmasını önlemeye yönelik uygulamalar ve bu uygulamaların sürdürüldüğü çevresel düzenlemeleri içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, hijyenin temel bileşenlerinden biri olan el hijyeni, bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde önemli bir halk sağlığı uygulamasıdır (WHO, 2021). El hijyeni; el yıkama, alkol bazlı antiseptik kullanımı ve cerrahi el antisepsisi gibi uygulamalar yoluyla ellerdeki mikroorganizmaların uzaklaştırılmasını veya etkisiz hale getirilmesini amaçlamaktadır (WHO, 2022).

Bireyler yemek yeme, yüzeylere temas etme, sosyal etkileşimler ve çalışma aktiviteleri sırasında ellerini yoğun biçimde kullanmakta, bu durum elleri mikroorganizmaların bulaşmasında önemli bir taşıyıcı haline getirmektedir. Etkili el hijyeni uygulamaları; ishal, pnömoni, soğuk algınlığı, influenza ve gastroenterit gibi bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde en basit ve en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Kumar ve ark., 2020).

El hijyenin de antibakteriyel sabun kullanımı zorunlu değildir; normal sabun ve doğru teknikle yapılan el yıkama yeterli koruma sağlamaktadır. Doğru el yıkama tekniği belirli basamaklardan oluşur. Bu kapsamda öncelikle yüzük, saat ve bileklik gibi aksesuarlar mikroorganizmaların birikmesine ve el hijyeninin etkinliğinin azalmasına neden olabileceği için çıkarılır. Daha sonra eller akan su altında ıslatılır, ardından avuç içi, el sırtı, parmak araları ve tırnak uçları dahil tüm yüzeyler en az 20 saniye boyunca sabunla ovulur. Eller bol su ile durulanır ve tek kullanımlık kâğıt havlu ile kurulanır. Son aşamada aynı kâğıt havlu kullanılarak musluk kapatılır ve yeniden kontaminasyon riski önlenir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020).

Su ve sabuna erişimin sınırlı olduğu durumlarda alkol bazlı el antiseptikleri etkili bir alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu ürünler, uygun miktarda (genellikle 3–5 ml) alınarak ellerin tüm yüzeylerine yayılmalı ve eller kuruyana kadar ovalanmalıdır. Ancak eller gözle

görülür şekilde kirli olduğunda antiseptik kullanımı yeterli olmayıp su ve sabunla yıkama tercih edilmelidir (WHO, 2022).

Sık el yıkama ve antiseptik kullanımı cilt kuruluğuna ve irritasyona neden olabileceğinden, el hijyeninin sürdürülebilirliği açısından cilt bütünlüğünün korunması önemlidir. Bu kapsamda uygun nemlendirici ürünlerin kullanılması, cilt bariyerinin korunmasına ve dermatit gelişiminin önlenmesine katkı sağlar (Aksoy, 2023).

Kişisel hijyenin önemli bir bileşeni olan ayak sağlığı, enfeksiyonların önlenmesinde önemli bir rol oynar. Ayaklarda en sık görülen sorunlardan biri Tinea pedis (atlet ayağı) olarak bilinen fungal (mantar) enfeksiyonudur. Bu enfeksiyon genellikle nemli ve sıcak ortamlarda, özellikle duş alanları ve yüzme havuzları gibi ortak kullanım alanlarında mantarlarla temas sonucu gelişir. Bu nedenle ayakların temiz, kuru ve serin tutulması; ortak alanlarda terlik kullanılması ve gerekli durumlarda hekim önerisiyle antifungal tedavilerin uygun şekilde uygulanması önem taşır. Düzenli hijyen alışkanlıkları, ayak enfeksiyonlarının önlenmesinde temel koruyucu yaklaşımı oluşturur (Kumar ve ark., 2020).

Ayak bakımında temel uygulamalar arasında düzenli yıkama ve özellikle parmak araları dahil olmak üzere tam kurutma yer almaktadır. Yıkama sonrasında topuk ve sertleşmiş bölgelerde nemlendirici kullanımı cilt bütünlüğünü destekler. Pamuklu ve ter emici çorapların tercih edilmesi, günlük olarak değiştirilmesi ve ayakkabıların temiz tutulması ayak sağlığını korumada önemlidir. Aynı ayakkabının arka arkaya günlerde kullanılmaması ve düzenli olarak havalandırılması enfeksiyon riskini azaltır. Ayrıca ayağı sıkmayan, uygun numarada ve nefes alabilen ayakkabıların tercih edilmesi; yüksek topuklu ve sivri burunlu modellerden kaçınılması önerilmektedir (Akarsu, 2024).

Ayakların günlük olarak gözle değerlendirilmesi; kızarıklık, yara, sertlik, nasır, enfeksiyon, ağrı veya his kaybı gibi değişikliklerin erken dönemde fark edilmesine olanak sağlar. Her iki ayağın karşılaştırılması olası farklılıkların belirlenmesine yardımcı olur (Akarsu, 2024). Diyabet, periferik nöropati ve dolaşım bozukluğu olan bireylerde ayak hijyeni ve bakımı daha da kritik hale gelmektedir (Kalaycı et al., 2020).

Tırnak altı bölgeler, mikroorganizmaların en yoğun bulunduğu alanlardan biridir. Bu nedenle tırnakların kısa tutulması ve düzenli olarak temizlenmesi, enfeksiyonların bulaşma riskini azaltmada önemli bir koruyucu önlem olarak değerlendirilmektedir. Tırnak bakımında, tırnakların banyo veya duş sonrasında yumuşamış olduğu dönemde kesilmesi önerilmektedir. Tırnaklar düz ve kısa şekilde kesilmeli, kenarları hafif yuvarlatılmalı ve çok dipten kesilmekten kaçınılmalıdır. Bu uygulamalar, tırnak batması riskini azaltmaktadır. Ayrıca tırnak kesimi sırasında çevre dokuların zarar görmemesine dikkat edilmeli, tırnaklar düzenli olarak kontrol edilerek kalınlaşma, kırılma veya batma gibi durumlarda uzman görüşü alınmalıdır. Pedikür uygulamalarında kullanılan aletlerin kişiye özel olması ve uygun şekilde sterilize edilmesi de enfeksiyonların önlenmesinde önemli bir diğer faktördür (Akarsu, 2024).

3.2.Ağız Hijyeni:

Ağız sağlığının iyi olması; konuşma, çiğneme, yutma ve duyguların yüz ifadeleriyle aktarılması gibi temel işlevlerin sağlıklı biçimde sürdürülmesini sağlar. Düzenli ağız ve diş bakımı, dişlerin yaşam boyu korunmasında önemli bir rol oynarken; diş eti hastalıkları, ağız enfeksiyonları ve diş çürüklerinin önlenmesinde de etkili olmaktadır (NIDCR, 2024).

Diş sağlığının korunmasında diş fırçalama temel bir ağız hijyeni uygulamasıdır. Bu nedenle dişlerin günde en az iki kez, sabah ve yatmadan önce florürlü diş macunu ile fırçalanması önerilmektedir. Fırçalama sırasında yalnızca diş yüzeyleri değil, diş etleri ve

dil yüzeyi de temizlenmelidir. Dil yüzeyinin temizlenmesi, özellikle ağız kokusuna neden olan bakterilerin uzaklaştırılmasında etkilidir. Bu uygulama ağız içindeki plak birikimini azaltarak mikroorganizmaların uzaklaştırılmasına katkı sağlar (NIDCR, 2024).

Diş fırçalama işlemi nazik ve dairesel hareketlerle yapılmalı, sert ve yatay hareketlerden kaçınılmalıdır. Bu yaklaşım diş minesinin ve diş etlerinin korunması açısından önemlidir. Diş fırçası temiz ve kuru bir ortamda saklanmalı ve yaklaşık üç ayda bir, özellikle hastalık sonrasında yenilenmelidir. Ayrıca plak birikiminin daha iyi değerlendirilmesi amacıyla gerektiğinde boyayıcı ajanlardan yararlanılabilir; bu yöntem, etkin temizlik sağlanamayan bölgelerin belirlenmesine yardımcı olur (NIDCR, 2024).

Ağız içinde biriken plak zamanla mineralize olarak sert yapılı diş taşına dönüşebilir. Diş taşı yalnızca profesyonel diş temizliği ile uzaklaştırılabilir ve tedavi edilmediği durumda diş eti hastalıklarına yol açarak ilerleyen süreçte diş kaybına neden olabilir. Diş fırçalama interproksimal alanlardaki birikimi tek başına yeterli düzeyde temizleyemediğinden, dişler arasında biriken plak ve gıda artıklarının uzaklaştırılması için diş ipi kullanımı günlük ağız bakım rutininin önemli bir parçası olmalıdır (NIDCR, 2024).

Diş eti hastalıkları, ağız içi enfeksiyonlar, diş çekimi veya cerrahi girişimler sonrası ile yoğun plak kontrolü gerektiren özel durumlarda ağız hijyeninin desteklenmesinde kimyasal plak kontrol yöntemleri kullanılabilmektedir. Bu kapsamda antiseptik ağız gargaraları, özellikle mekanik temizliğin yetersiz kaldığı durumlarda plak birikiminin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, ağız gargaralarının rutin kullanımında bireysel gereksinimler dikkate alınmalı ve uzun süreli kullanım için diş hekimi önerisi alınmalıdır (NIDCR, 2024).

Ağız sağlığının korunmasında düzenli diş hekimi kontrolleri önemli bir yer tutar. Dengeli beslenme ve özellikle şekerli içeceklerden kaçınılması ağız sağlığını destekleyen temel davranışlar arasında yer alır. Sigara kullanımının bırakılması diş eti hastalıkları riskini azaltırken, hamilelik ve kronik hastalık durumlarında ise ağız bakımına daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir (NIDCR, 2024).

3.3.Genel Vücut (Banyo) Hijyeni:

Deri, vücudu çevresel etkenlere karşı koruyan en büyük organ olup, uygun bakım sağlanmadığında çeşitli hastalıkların gelişimine zemin hazırlayabilir. Bu nedenle deri hijyeni; cildin temizlenmesi, metabolik artıkların uzaklaştırılması, dolaşımın desteklenmesi ve bireyin rahatlatılması açısından önemli bir bakım uygulamasıdır. Ilık su ve sabun ile düzenli olarak yapılan banyo, ciltte biriken kir, ter ve kötü kokuya neden olan bakterilerin uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Bu uygulama, vücudun temiz kalmasını sağlarken aynı zamanda bireyin fiziksel rahatlık hissini artırır. Ilık su tercih edilmesi, cildin doğal yağ tabakasının korunmasına katkı sağlar; aşırı sıcak su kullanımı ise cilt kuruluğuna ve irritasyona yol açabilir (Kumar ve ark., 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

Banyo sıklığı, bireyin yaşam koşullarına, yaptığı işe, iklim özelliklerine ve kişisel gereksinimlerine bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak haftada en az iki kez yıkanma önerilmektedir. Bununla birlikte yaz aylarında veya sıcak havalarda terlemenin artmasına bağlı olarak banyo sıklığı artırılabilir. Özellikle ergenlik döneminde ter ve yağ bezlerinin daha aktif çalışması nedeniyle bu dönemde daha sık banyo yapılması önerilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

Banyoda kullanılan sabun, lif ve keselerin bireyler arasında paylaşılması enfeksiyon riskini artırır. Banyo sonrasında vücudun tamamen kurulanması, özellikle ayakların ayrı bir havlu ile kurutulması cilt bütünlüğünün korunmasına katkı sağlar. Ayrıca duş sonrasında temiz

kıyafetlerin giyilmesi kontaminasyonun önlenmesinde etkili bir uygulama olarak değerlendirilmektedir (Kumar ve ark., 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

Günlük cilt bakımı; cilt sağlığının korunmasına, erken yaşlanma belirtilerinin geciktirilmesine ve cilt bütünlüğünün sürdürülmesine katkı sağlar. Cilt bakımının ilk basamağını temizlik oluşturur. Cilt tipine uygun bir temizleyici ile yüzün sabah ve akşam olmak üzere günde en az iki kez yıkanması önerilir. Ilık su ile nemlendirilen cilde temizleyici nazik hareketlerle uygulanır ve ardından cilt iyice durulanır. Bu işlem, ciltte biriken kir, yağ ve makyaj kalıntılarının uzaklaştırılmasını sağlar. Temizlik sonrasında tonik kullanımı isteğe bağlı olarak cilt pH dengesinin sağlanmasına ve gözeneklerin sıkılaşmasına katkı sunabilir; ayrıca temizleme ürünlerine ait kalıntıların giderilmesine yardımcı olur (Aksoy, 2023).

Cilt bakımının bir diğer önemli aşaması nemlendirmedir. Cildin esnekliğinin korunması, kuruluğun önlenmesi ve sağlıklı görünümün sürdürülmesi için nemlendirici kullanımı gereklidir. Nemlendirici ürünler cilt tipine uygun olarak seçilir; kuru ciltlerde daha yoğun, yağlı ciltlerde ise hafif ve yağsız ürünler tercih edilir. Ürün, yüz, boyun ve dekolte bölgesine nazikçe uygulanır ve cilt tarafından emilmesi beklenir (Aksoy, 2023).

Güneşten korunma ise günlük cilt bakımının vazgeçilmez bir parçasıdır. Ultraviyole ışınları ciltte erken yaşlanma, lekelenme ve uzun vadede cilt kanseri riskini artırabilmektedir. Bu nedenle yeterli koruma faktörüne (SPF) sahip güneş koruyucu ürünlerin her gün kullanılması önerilir. Güneş koruyucu, dışarı çıkmadan 15–30 dakika önce uygulanmalı ve gün içinde gerektiğinde tekrarlanmalıdır (Aksoy, 2023).

3.4.Göz, Kulak ve Burun Hijyeni:

Göz hijyeni, oküler yüzeyin korunması ve göz enfeksiyonlarının önlenmesi açısından önemli bir öz bakım uygulamasıdır. Bu kapsamda gözlere temas öncesinde el hijyeninin sağlanması, gözlerin ovuşturulmaması ve göz kapağı temizliğinin düzenli olarak yapılması önerilmektedir. Ayrıca göz makyaj ürünlerinin kişiye özel kullanılması, kontakt lens kullanımında hijyen kurallarına uyulması ve uzun süreli ekran kullanımında gözlerin düzenli olarak dinlendirilmesi gerekir. Kontakt lenslerin uygun solüsyonlarla temizlenmesi, lens kaplarının düzenli olarak değiştirilmesi ve lenslerin önerilen kullanım süresinden daha uzun süre kullanılmaması önerilmektedir**.** Gözlerde kızarıklık, akıntı veya kaşıntı gibi belirtilerin ortaya çıkması durumunda erken dönemde sağlık profesyoneline başvurulması, olası komplikasyonların önlenmesi açısından önem taşır (Zhang, Wang, & Gao, 2023).

Kulak kiri, kulağı enfeksiyonlara karşı koruyan doğal bir madde olup kulak kanalı fizyolojik olarak kendini temizleme özelliğine sahiptir. Bu nedenle kulak içine pamuklu çubuk gibi cisimlerin sokulması önerilmez; bu uygulama enfeksiyon ve işitme problemlerine yol açabilir. Aşırı kulak kiri birikimi durumunda sağlık profesyoneline başvurulmalıdır. Dış kulak bölgesinin düzenli olarak yıkanması hijyenin sağlanması için yeterlidir (Alshehri et al., 2024).

Burun hijyeninde nazal pasajların açık tutulması ve solunum fonksiyonlarının desteklenmesi amacıyla burun içinin salin (tuzlu su) solüsyonları ile yıkanması önerilmektedir. Salin solüsyonu evde hazırlanacaksa genellikle bir su bardağı (yaklaşık 200–250 mL) ılık, kaynatılıp soğutulmuş suya çeyrek çay kaşığı kadar tuz eklenerek hazırlanabilir ve tuzun tamamen çözünmesi sağlanır. Nazal irrigasyon uygulamalarında kullanılan suyun mutlaka kaynatılıp soğutulmuş, steril veya içilebilir nitelikte olması gerekmektedir. Hazırlanan bu solüsyon, burun içine uygulanarak mukus, alerjenler ve partiküllerin temizlenmesine yardımcı olur. Burun yıkama uygulamasının nazal mukozanın

nem dengesini koruduğu, burun tıkanıklığını azalttığı ve özellikle sinüzit ile üst solunum yolu enfeksiyonlarının önlenmesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Gusai, 2024).

3.5.Saç ve Saçlı Deri Hijyeni:

Düzenli saç temizliği ve uygun hijyen uygulamaları, saç ve saçlı derinin sağlığının korunmasına ve bitlenme gibi paraziter hastalıkların önlenmesine katkı sağlar (Kumar ve ark., 2020). Saçların genel olarak haftada en az iki kez yıkanması uygun kabul edilmektedir. Yağlı saç tipine sahip bireylerde bu sıklık artırılabilir. Saçların taranması, fırçalanması ve parmak uçlarıyla yapılan hafif masajlar saçlı deride kan dolaşımını artırarak saç köklerinin beslenmesine katkı sağlar. Aynı zamanda saç yüzeyinde biriken kir, toz ve doğal yağların uzaklaştırılmasına yardımcı olur (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

Saçlı deride görülen kepeklenme, ölü epidermal hücrelerin ve sebum (saç ve saçlı deriyi koruyan doğal yağ) birikiminin artışı ile karakterize edilen bir durumdur. Uygun bakımın sağlanmadığı durumlarda bu tablo devam edebilmekte ve klinik değerlendirme gerektirebilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023). Saç hijyenine yeterince dikkat edilmediğinde Pediculosis capitis (baş biti) gelişebilmekte ve bu durum doğrudan temas yoluyla kolaylıkla diğer bireylere bulaşabilmektedir. Bu tür durumlarda tıbbi şampuanlar ve topikal losyonlar ile tedavi önerilmektedir. Ayrıca saç bakımında kullanılan tarak ve fırçaların düzenli olarak temizlenmesi, mikroorganizma ve parazitlerin yeniden bulaşma riskini azaltmakta; havlu, tarak ve benzeri kişisel eşyaların paylaşılmaması ise çapraz bulaşın önlenmesinde temel bir hijyen uygulaması olarak kabul edilmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

Saçların yıkama sonrasında nemli bırakılmaması, saçlı deride mantar ve bakteri üremesinin önlenmesi açısından önemlidir. Bu nedenle saçların uygun şekilde kurutulması önerilmektedir. Saç sağlığı, bireyin genel sağlık durumu ve beslenme alışkanlıklarıyla yakından ilişkilidir. Dengeli ve yeterli beslenme, sağlıklı saç yapısının korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca saç temizliği ve düzeni, yalnızca fiziksel sağlık açısından değil, bireyin sosyal ilişkileri ve benlik algısı üzerinde de etkili olan önemli bir öz bakım uygulamasıdır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

3.6.Genital ve Perineal Hijyen:

Genital enfeksiyonlar, önlenebilir ve tedavi edilebilir olmalarına rağmen yaygınlıkları ve yol açtıkları komplikasyonlar nedeniyle önemli bir kadın sağlığı sorunu olarak kabul edilir. Literatürde, kadınların büyük bir bölümünün yaşamlarının herhangi bir döneminde vajinal enfeksiyon deneyimlediği; bu durumun yaşam kalitesini olumsuz etkilediği ve infertilite, gebelik komplikasyonları ile servikal kanser gibi ciddi sonuçlara zemin hazırlayabildiği bildirilmektedir. Genital enfeksiyonların gelişiminde sosyoekonomik düzey düşüklüğü, eğitim yetersizliği, yanlış hijyen alışkanlıkları, vajinal duş uygulamaları, uzun süreli antibiyotik kullanımı, kronik hastalıklar ve güvensiz cinsel davranışlar gibi birçok faktör rol oynamakla birlikte, temel belirleyicilerden biri yetersiz veya hatalı hijyen uygulamalarıdır (Karahan, 2017).

Kadın genital bölgesi; sıcak, nemli ve dış ortama kısmen kapalı yapısı nedeniyle mikroorganizmaların yerleşmesi ve çoğalması için elverişli bir ortam oluşturur. Genital bölgenin yıkama sonrası nemli bırakılmaması ve temiz, yumuşak bir havlu ile nazikçe kurulanması enfeksiyon riskini azaltır. Üretra, vajina ve anüsün anatomik olarak birbirine yakın konumda bulunması, özellikle perineal temizlikte yapılan hatalar sonucunda mikroorganizmaların anüsten vajinaya taşınmasını kolaylaştırır. Bu nedenle kontaminasyonu önlemek amacıyla perineal temizlik önden arkaya doğru yapılır (Karahan, 2017).

Bu kapsamda dar ve hava almayan iç çamaşırlarından kaçınılması, pamuklu ve ter emici ürünlerin tercih edilmesi önerilir. Adet döneminde hijyenik ürünlerin düzenli aralıklarla değiştirilmesi ve genital bölgenin uygun şekilde temizlenmesi enfeksiyon riskini azaltır. Ayrıca vajinal duş gibi doğal vajinal florayı bozabilecek uygulamalardan kaçınılması, genital sağlığın korunması açısından önem taşır (Karahan, 2017; Kumar ve ark., 2020).

Bununla birlikte tuvaletler, patojen mikroorganizmaların bulunması ve yayılması açısından risk taşıyan ortamlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle tuvaletlerin düzenli olarak temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi, tuvalet sonrası el hijyeninin su ve sabunla sağlanması, enfeksiyonların önlenmesinde temel koruyucu uygulamalar arasında yer alır (Kumar ve ark., 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

3.7.Kıyafet Hijyeni:

Kıyafet hijyeni, bireysel hijyenin sürdürülmesi ve enfeksiyonların önlenmesi açısından önemli bir bileşendir. Günlük kullanım sırasında kıyafetler ter, deri döküntüleri ve çevresel kirleticilerle temas ederek mikroorganizmaların taşınmasına ve birikmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle kıyafetlerin düzenli aralıklarla yıkanması ve temiz kıyafetlerle değiştirilmesi, kişisel hijyenin sağlanmasında temel uygulamalar arasında yer almaktadır. Özellikle aile içerisinde enfeksiyonu bulunan bir bireyin olması durumunda, kıyafetlerin uygun koşullarda yıkanması ve kişisel eşyaların ortak kullanımından kaçınılması, mikroorganizmaların yayılma riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilir (Kumar ve ark., 2020). Ayrıca gün içerisinde kullanılan kıyafetlerin akşam saatlerinde değiştirilmesi ve uyku sırasında temiz pijama veya gecelik tercih edilmesi önerilir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023).

TARTIŞMA

Dorothea Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, kişisel hijyen gereksinimleri bireyin evrensel, gelişimsel ve sağlıktan sapmaya bağlı öz bakım gereksinimleriyle ilişkilendirilebilir.

Kişisel hijyenin tüm bireyler için temel bir gereksinim olması, bu uygulamaların evrensel öz bakım gereksinimleri kapsamında değerlendirilmesini sağlar. Bununla birlikte, bireyin yaşı ve içinde bulunduğu yaşam dönemine bağlı olarak hijyen gereksinimleri ve bu gereksinimlerin karşılanma biçimleri değişebilmektedir. Çocukluk, ergenlik, gebelik ve yaşlılık gibi dönemlerde ortaya çıkan bu farklılıklar, kişisel hijyenin gelişimsel öz bakım gereksinimleriyle ilişkisini göstermektedir. Hastalık, enfeksiyon veya fiziksel kısıtlılık gibi sağlıktan sapma durumlarında ise bireyin hijyen gereksinimlerini bağımsız olarak karşılama kapasitesi azalabilmektedir. Bu durumlarda hemşirenin bireyin öz bakım gereksinimlerini değerlendirmesi, gereksinimleri doğrultusunda destek sağlaması ve bireyin bağımsızlığını mümkün olduğunca sürdürmesini desteklemesi önem taşımaktadır. Bu bağlamda, kişisel hijyen eğitimi bireyin öz bakım kapasitesini geliştirmeyi ve hijyen gereksinimlerini bağımsız olarak karşılamasını destekleyen önemli bir hemşirelik uygulamasıdır.

SONUÇ

Sonuç olarak, kişisel hijyen, bireyin sağlığının korunması ve sürdürülmesinde temel bir öz bakım gereksinimidir. Orem'in Öz Bakım Eksikliği Hemşirelik Kuramı, bireyin hijyen gereksinimlerinin ve öz bakım kapasitesinin değerlendirilmesine, gereksinimlere uygun hemşirelik desteğinin planlanmasına kuramsal bir temel sunmaktadır. Bu doğrultuda,

hemşirelerin bireyin yaşam dönemini, sağlık durumunu ve öz bakım kapasitesini dikkate alarak uygun eğitim ve desteği planlaması; kişisel hijyen davranışlarının geliştirilmesi ve bireyin bağımsızlığının desteklenmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Akarsu, Ş. (2024). *Ayak sağlığı ve bakımı*. İKSAD Publishing House. https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12188814

Aksoy, G. D. (2023). Doğal güzellik. İksad Publishing House. https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2023/08/DOGAL-GUZELLIK.pdf (Erişim tarihi: 24 Nisan 2026).

Alshehri, A. M., et al. (2024). Knowledge, attitudes, and practices of self-ear cleaning among the general population in KSA. *World Family Medicine, 22*(1), 44–53. https://doi.org/10.5742/MEWFM.2024.95257006

Curtis V. A. (2007). A natural history of hygiene. *The Canadian journal of infectious diseases & medical microbiology = Journal canadien des maladies infectieuses et de la microbiologie medicale,* 18(1), 11–14. https://doi.org/10.1155/2007/749190

Fawcett, J. (2005). *Contemporary nursing knowledge: Analysis and evaluation of nursing models and theories* (2nd ed.). F. A. Davis Company.

Gusai, V. S. (2024). Hygiene and health: Ancient methods and modern approaches. *Indian Journal of Ancient Medicine and Yoga, 17*(4), 188–195.

Kalaycı, Ö., Açıkgöz, B., Bayraktaroğlu, T., & Ayoğlu, F. N. (2020). Diyabetli hastaların ayak bakımı ve diyabetik ayak hakkındaki bilgi, tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi / Turkish Journal of Diabetes and Obesity, 2*(2), 98–107. https://doi.org/10.25048/tudod.622852

Karahan, N. (2017). Genital hijyen davranışları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik güvenirlik çalışması. *İstanbul Medical Journal, 18*, 157–162. https://doi.org/10.5152/imj.2017.82957

Kumar, S. B. P., Reddy, M. A., Paul, P., Das, L., JC, D., Kurian, B. P., Ghosh, S., & BN, R. (2020). Importance of understanding the need of personal hygiene: A comprehensive review. *International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5*(6), 56–61. https://www.pharmacyjournal.in

National Institute of Dental and Craniofacial Research. (2024). *Oral hygiene*. https://www.nidcr.nih.gov/health-info/oral-hygiene (Erişim tarihi: 24 Nisan 2026).

Paramita, W. K. (2021). Systematic review: Affecting behaviour of hygiene and health care of the elderly. *Jurnal Promkes: The Indonesian Journal of Health Promotion and Health Education, 9*(1), 69–78. https://doi.org/10.20473/jpk.V9.I1.2021.69-78

Singh, P., Faisal, A. R., Alam, M. M., Saeed, A., Haider, T., Asif, H. M. A., Rauniyar, J., Rai, N., Janjua, M. A. K., & Pasha, A. R. (2023). *An Assessment of Personal Hygiene Practices Among Young Adults: A Cross-Sectional, Descriptive Study*. Cureus, 15(8), e44308. https://doi.org/10.7759/cureus.44308

T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2023). *Genel hijyen kuralları*. Erişim tarihi: 24 Nisan 2026, https://deprem.saglik.gov.tr/halk-sagligina-yonelik-bilgiler/deprem-bolgesinde-gunluk-yasam/genel-hijyen-kurallari.html

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2020). *El yıkama tekniği*. https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66456/el-yikama-teknigi.html (Erişim tarihi: 24 Nisan 2026).

World Health Organization. (2021). *Compendium of WHO and other UN guidance on health and environment: Chapter 3 – WASH* (WHO/HEP/ECH/EHD/21.02). World Health Organization. https://www.who.int/publications(Erişim tarihi: 24 Nisan 2026).

World Health Organization. (2022). *Washing hands*. https://www.who.int/tools/your-life-your-health/other-health-topics/health-and-the-environment/washing-hands (Erişim tarihi: 24 Nisan 2026).

Zhang, L., Wang, J., & Gao, Y. (2023). Eyelid cleaning: Methods, tools, and clinical applications. *Indian Journal of Ophthalmology, 71*(11), 3607–3614.

DİYABETİK PERİFERİK NÖROPATİSİ OLAN VE OLMAYAN ORTA YAŞLI TİP 2 DİYABETLİ BİREYLERDE KIRILGANLIKLA İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI: PİLOT ÇALIŞMA

COMPARISON OF FACTORS ASSOCIATED WITH FRAILTY IN MIDDLE-AGED INDIVIDUALS WITH TYPE 2 DIABETES WITH AND WITHOUT DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY: A PILOT STUDY

Nilgün ÇIRAK

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye.

ORCID: 0009-0005-2196-9069

Fatmagül VAROL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-2808-9732

Yavuz ASLAN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sultan 2. Abdülhamid Han Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-3032-683X

ÖZET

Amaç: Kırılganlık, fonksiyonel rezervlerde azalma ve stres faktörlerine karşı artan savunmasızlıkla karakterize geriatrik bir sendromdur. Diyabet gibi kronik hastalıklar, bu sendromun daha erken yaşlarda ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilir. Bu çalışmanın amacı, diyabetik periferik nöropatisi (DPN) olan ve olmayan orta yaşlı tip 2 diyabetli bireylerde kırılganlıkla ilişkili faktörleri karşılaştırmaktır.

Yöntem: Çalışmaya 45–65 yaş aralığında tip 2 diyabet tanılı, DPN'si olan (n=16) ve olmayan (n=16) toplam 32 birey dâhil edildi. Katılımcıların demografik ve klinik özellikleri kaydedildi. Kırılganlık düzeyi FRAIL Ölçeği ile değerlendirildi. Alt ekstremite fonksiyonel performansı 5 Kez Otur-Kalk Testi ile değerlendirildi. Dominant el kavrama kuvveti el dinamometresiyle, baldır çevresi ise mezura ile ölçüldü.

Bulgular: Gruplar demografik özellikler, diyabet süresi, fiziksel aktivite düzeyi, hemoglobin A1c ve açlık kan şekeri açısından benzerdi ($p>0,05$). DPN'si olan grupta son 12 ayda düşme öyküsü bulunan bireylerin oranı anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0,022$). DPN'si olan grupta baldır çevresi ($p=0,012$) ve dominant el kavrama kuvveti ($p=0,046$) daha düşük; 5 Kez Otur-Kalk Testi süresi ($p=0,012$) ve FRAIL toplam puanı ($p=0,002$) daha yüksekti. Kırılganlık düzeylerinin dağılımı gruplar arasında anlamlı olarak farklıydı ($p=0,002$). DPN'si olan bireylerin %56,3'ü kırılgan olarak sınıflandırılırken, DPN'si olmayan bireyler arasında kırılgan birey saptanmadı.

Sonuç: DPN'si olan orta yaşlı bireylerde daha düşük baldır çevresi ve dominant el kavrama kuvveti, daha uzun 5 Kez Otur-Kalk Testi süresi, daha yüksek düşme öyküsü oranı, daha yüksek FRAIL puanı ve daha yüksek kırılganlık oranı saptanmıştır. Orta yaşlı tip 2 diyabetli bireylerin kırılganlık ve ilişkili fiziksel göstergeler açısından değerlendirilmesi, koruyucu ve önleyici müdahalelerin planlanması açısından yol gösterici olabilir. Bulguların daha geniş örneklemli çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Tip 2 diabetes mellitus, diyabetik periferik nöropati, kırılganlık, fiziksel fonksiyonel performans

ABSTRACT

Purpose: Frailty is a geriatric syndrome characterized by decreased functional reserves and increased vulnerability to stressors. Chronic diseases such as diabetes may predispose individuals to the development of this syndrome at an earlier age. This study aimed to compare factors associated with frailty in middle-aged individuals with type 2 diabetes mellitus (T2DM), with and without diabetic peripheral neuropathy (DPN).

Methods: A total of 32 individuals aged 45–65 years with T2DM were included, comprising 16 with DPN and 16 without DPN. Participants' demographic and clinical characteristics were recorded. Frailty status was assessed using the FRAIL Scale. Lower-extremity functional performance was assessed using the Five Times Sit-to-Stand Test (FTSTS). Dominant handgrip strength was measured using a hand dynamometer, and calf circumference was measured using a measuring tape.

Results: The groups were similar in terms of demographic characteristics, diabetes duration, physical activity level, hemoglobin A1c, and fasting blood glucose levels ($p>0.05$). A significantly higher proportion of individuals in the DPN group reported a fall in the previous 12 months ($p=0.022$). In the DPN group, calf circumference ($p=0.012$) and dominant handgrip strength ($p=0.046$) were lower, FTSTS time was longer ($p=0.012$), and total FRAIL score was higher ($p=0.002$). The distribution of frailty status differed significantly between the groups ($p=0.002$). While 56.3% of individuals with DPN were classified as frail, none of the individuals without DPN were classified as frail.

Conclusion: Middle-aged individuals with DPN had lower calf circumference and dominant handgrip strength, longer FTSTS time, a higher proportion reporting falls, a higher FRAIL score, and a higher prevalence of frailty. Assessment of frailty and related physical indicators in middle-aged individuals with T2DM may help guide the planning of preventive interventions. Further studies with larger samples are needed to support these findings.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus, diabetic neuropathies, frailty, physical functional performance

YOĞUN BAKIMDA BASINÇ YARALANMALARININ ÖNLENMESİNDE GÜNCEL KANITA DAYALI HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI: BİR LİTERATÜR DERLEMESİ

CURRENT EVIDENCE-BASED NURSING APPROACHES TO PRESSURE INJURY PREVENTION IN INTENSIVE CARE: A LITERATURE REVIEW

Ebubekir KAPLAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, Van, Türkiye

ORCID: 0000-0001-6577-6094

ÖZET

Giriş: Basınç yaralanmaları, yoğun bakım hastalarında sık karşılaşılan ve bakım kalitesini doğrudan etkileyen önemli hasta güvenliği sorunlarından biridir. İmmobilite, hemodinamik instabilite, mekanik ventilasyon, vazopressör kullanımı, beslenme sorunları ve tıbbi cihazlara uzun süreli maruziyet, kritik hastalarda riski daha da artırmaktadır.

Amaç: Bu derlemenin amacı, yoğun bakım hastalarında basınç yaralanmalarının önlenmesine yönelik güncel kanıtları incelemek ve öne çıkan önleme yaklaşımlarını yoğun bakım hemşireliği açısından değerlendirmektir.

Yöntem: Bu literatür derlemesinde, 2020–2026 yılları arasında yayımlanan ve yoğun bakım hastalarında basınç yaralanmalarının önlenmesini ele alan güncel çalışmalar incelendi. Güncel uluslararası klinik uygulama önerileri ile sistematik derlemeler, meta-analizler ve yoğun bakım hastalarına odaklanan çalışmalar öncelikli olarak değerlendirildi. Elde edilen kanıtlar yoğun bakım hemşireliği uygulamaları açısından ele alındı.

Bulgular: Güncel kanıtlar, basınç yaralanmalarının önlenmesinde tek bir girişimden çok hastanın klinik durumuna ve bireysel risklerine göre şekillendirilen çok bileşenli bakımın önemini ortaya koymaktadır. Risk ve cilt değerlendirmesinin düzenli yapılması, yeniden pozisyonlandırmanın hastanın hemodinamik durumu ve doku toleransına göre planlanması, uygun destek yüzeylerinin kullanılması ve topukların basınçtan korunması temel uygulamalar arasında yer almaktadır. Cilt ve nem yönetimi, beslenme durumunun değerlendirilmesi ve yüksek riskli bölgelerde profilaktik örtülerin kullanılması da önleyici bakımın önemli bileşenleridir. Özellikle yoğun bakım hastalarında tıbbi cihazların altında ve çevresinde kalan cildin düzenli değerlendirilmesi, cihaz ilişkili basınç yaralanmalarının önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bulgular, bu girişimlerin birbirinden bağımsız uygulamalardan çok yapılandırılmış bakım paketleri içinde birlikte yürütülmesinin daha etkili olabileceğini göstermektedir.

Sonuç: Yoğun bakımda basınç yaralanmalarının önlenmesi, standart uygulamaların ötesinde hastanın değişen klinik durumunun yakından izlenmesini ve bakımın buna göre bireyselleştirilmesini gerektirmektedir. Yoğun bakım hemşirelerinin güncel kanıtları klinik değerlendirmeyle birleştirerek önleyici bakımı planlaması, uygulaması ve sonuçlarını izlemesi, basınç yaralanmalarının azaltılması ve hasta güvenliğinin geliştirilmesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Basınç yaralanması, yoğun bakım, yoğun bakım hemşireliği, kanıta dayalı hemşirelik, önleme

ABSTRACT

Introduction: Pressure injuries are an important patient safety concern in intensive care and can directly affect the quality of care. Immobility, haemodynamic instability, mechanical ventilation, vasopressor therapy, nutritional problems, and prolonged exposure to medical devices further increase the risk among critically ill patients.

Aim: This review aimed to examine current evidence on the prevention of pressure injuries in critically ill patients and to evaluate key preventive approaches from an intensive care nursing perspective.

Methods: This literature review examined current studies published between 2020 and 2026 addressing pressure injury prevention in intensive care patients. Current international clinical practice recommendations, systematic reviews, meta-analyses, and studies focusing on critically ill patients were prioritised. The available evidence was evaluated thematically with a focus on intensive care nursing practice.

Results: Current evidence highlights the importance of multicomponent care tailored to patients' clinical conditions and individual risk factors rather than reliance on a single preventive intervention. Regular risk and skin assessment, repositioning according to haemodynamic status and tissue tolerance, appropriate support surfaces, and heel offloading are among the main preventive strategies. Skin and moisture management, nutritional assessment, and prophylactic dressings for high-risk anatomical sites are also important components of preventive care. In intensive care patients, regular assessment of the skin beneath and around medical devices is particularly important for preventing medical device-related pressure injuries. Available evidence suggests that integrating these interventions within structured care bundles may be more effective than implementing them as isolated measures.

Conclusion: Preventing pressure injuries in intensive care requires close monitoring of patients' changing clinical conditions and individualisation of care beyond routine preventive practices. Integrating current evidence with clinical assessment when planning, implementing, and evaluating preventive care highlights the central role of intensive care nurses in reducing pressure injuries and improving patient safety.

Keywords: Pressure injury, intensive care, intensive care nursing, evidence-based nursing, prevention

KEMOTERAPİYE BAĞLI PERİFERİK NÖROPATİNİN ÖNLENMESİ, DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNETİMİNE İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR (2000–2025): BİBLİYOMETRİK BİR ÇALIŞMA

RESEARCH ON THE PREVENTION, ASSESSMENT, AND MANAGEMENT OF CHEMOTHERAPY-INDUCED PERIPHERAL NEUROPATHY (2000–2025): A BIBLIOMETRIC STUDY

Assist. Prof. Dr. Neriman YÜKSELTÜRK ŞİMŞEK

Ankara Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZET

Giriş: Kemoterapiye bağlı periferik nöropati (CIPN), hastaların yaşam kalitesini ve günlük işlevlerini olumsuz etkileyebilen, kanser tedavisinin yaygın bir yan etkisidir. Bu nedenle CIPN'nin önlenmesi, değerlendirilmesi ve yönetimi destekleyici kanser bakımının önemli alanları arasında yer almaktadır.

Amaç: Bu çalışma, 2000–2025 yılları arasında Web of Science Core Collection veri tabanında indekslenen kemoterapiye bağlı periferik nöropatinin (CIPN) önlenmesi, değerlendirilmesi ve yönetimine ilişkin araştırmaların yayın eğilimlerini, önde gelen ülkelerini, kurumlarını, yazarlarını, dergilerini ve araştırma alanlarını belirlemiştir.

Yöntem: Çalışma bibliyometrik, retrospektif ve betimsel bir tasarımda yürütülmüştür. Veriler, Web of Science Core Collection veri tabanından ("chemotherapy-induced peripheral neuropathy" OR "chemotherapy induced peripheral neuropathy" OR CIPN) AND (prevent* OR assess* OR evaluat* OR manage* OR nurs*) arama sorgusu kullanılarak elde edilmiştir. Veriler performans analizi ile incelenmiş; yayınların sayı ve yüzde dağılımlarını hesaplamak için betimsel istatistikler kullanılmıştır.

Bulgular: Çalışmada kriterlere uyan 1.856 yayın (özgün araştırma makalesi ve derleme) belirlenmiştir. Bilimsel üretimin özellikle 2017 yılından sonra belirgin bir ivme kazandığı, tüm yayınların %77,26'sının 2018–2025 yılları arasında üretildiği ve en yüksek yayın sayısına 2025 yılında (%14,44) ulaşıldığı saptanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri %38,04 ile literatüre en fazla katkı sağlayan ülke olurken, onu Çin (%11,15) ve İtalya (%8,84) izlemiştir. En üretken kurumlar Mayo Clinic (%5,01) ve University of Milano-Bicocca (%4,96); en üretken yazarlar Cavaletti G (%4,10) ve Park SB (%2,86) olmuştur. *Supportive Care in Cancer* en sık tercih edilen dergi olarak belirlenmiştir (%7,65). Web of Science konu kategorilerinde Onkoloji (%36,69), Nörobilim (%17,08) ve Farmakoloji/Eczacılık (%14,12) ilk sıralarda yer alırken, Hemşirelik kategorisinin payı %7,38 olmuştur.

Sonuç: Çalışma, son yirmi yılda CIPN değerlendirmesi ve destekleyici yönetimine yönelik araştırmalarda önemli bir küresel artış olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, hemşirelik alanındaki yayınların görece sınırlı payı; klinik onkoloji bakımında hemşire liderliğindeki kanıta dayalı non-farmakolojik girişimlerin ve sistematik semptom izlem protokollerinin artırılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kemoterapiye Bağlı Periferik Nöropati, Semptom Yönetimi, Onkoloji Hemşireliği, Bibliyometrik Analiz, Destekleyici Bakım.

ABSTRACT

Introduction: Chemotherapy-induced peripheral neuropathy (CIPN) is a common adverse effect of cancer treatment that may negatively affect patients' quality of life and daily functioning. Its prevention, assessment, and management have therefore become important areas of supportive cancer care.

Aim: This study determined the publication trends, leading countries, prolific institutions and authors, prominent source journals, and thematic areas of research on the prevention, assessment, and management of chemotherapy-induced peripheral neuropathy (CIPN) indexed in the Web of Science Core Collection between 2000 and 2025.

Method: The study was conducted using a bibliometric, retrospective, and descriptive design. Data were retrieved from the Web of Science Core Collection database using the search query ("chemotherapy-induced peripheral neuropathy" OR "chemotherapy induced peripheral neuropathy" OR CIPN) AND (prevent* OR assess* OR evaluat* OR manage* OR nurs*). The data were analyzed using performance analysis, and descriptive statistics were used to calculate the frequency and percentage distributions of the publications.

Results: The study identified 1,856 eligible publications (original research articles and reviews). Scientific production accelerated markedly after 2017, with 77.26% of all publications produced between 2018 and 2025, reaching peak output in 2025 (14.44%). The United States was the leading contributor (38.04%), followed by China (11.15%) and Italy (8.84%). The most prolific institutions were Mayo Clinic (5.01%) and University of Milano-Bicocca (4.96%), while Cavaletti G (4.10%) and Park SB (2.86%) were the top authors. *Supportive Care in Cancer* was the most preferred journal (7.65%). Oncology (36.69%), Neurosciences (17.08%), and Pharmacology/Pharmacy (14.12%) were the dominant Web of Science categories, whereas the Nursing category accounted for 7.38% of all publications.

Conclusion: The study revealed a substantial global growth in research concerning CIPN assessment and supportive management over the last two decades. However, the relatively modest share of nursing-specific publications highlights the necessity of expanding nurse-led, evidence-based non-pharmacological interventions and systematic symptom monitoring protocols in clinical oncology care.

Keywords: Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy, Semptom Management, Oncology Nursing, Bibliometric Analysis, Supportive Care.

HİPERDİVERJAN İSKELETSEL SINIF III MALOKLÜZYONUN KOMBİNE ORTODONTİK-ORTOGNATİK CERRAHİ YAKLAŞIMLA TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU

TREATMENT OF HYPERDIVERGENT SKELETAL CLASS III MALOCCLUSION WITH COMBINED ORTHODONTIC-ORTHOGNATHIC SURGERY: A CASE REPORT

Saniye Merve CENGİZ

Dr. Öğr. Üyesi, Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı

Ahmet Fatih CENGİZ

Ortodonti Uzmanı, Serbest Klinik, Mersin

Gökhan ÇOBAN

Doç. Dr., Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı.

Emrah SOYLU

Doç. Dr., Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı

Aslıgül ÇELİKER

Arş. Gör., Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı.

ÖZET

Giriş: İskeletsel Sınıf III maloklüzyonun anterior açık kapanış ve hiperdiverjan yüz büyüme modeliyle birlikte görülmesi, sagittal ve vertikal iskeletsel deformitelerin eş zamanlı yönetimini gerektirir. İskeletsel gelişimin tamamlandığı ve anomalinin yalnızca dentoalveoler hareketlerle düzeltilemeyecek şiddette olduğu bireylerde, ortodontik hazırlığın ortognatik cerrahiyle bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu olgu sunumunda, hiperdiverjan iskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip bir hastanın multidisipliner tedavisi sunulmuştur.

Olgu: Mandibular prognatizme bağlı fasiyal estetik bozukluk şikâyetiyle başvuran 21 yıl 6 aylık hastada, klinik, radyografik ve sefalometrik değerlendirmeler sonucunda iskeletsel ve dental Sınıf III maloklüzyona eşlik eden anterior açık kapanış saptanmıştır. Başlangıç overjet ve overbite değerleri sırasıyla −10 mm ve −7 mm olarak ölçülmüştür. Sefalometrik analizde SNA: 76,3°, SNB: 84°, ANB: −7,7°, Wits: −15,2 mm, U1-PP: 114° ve IMPA: 62,2°; vertikal ölçümlerde SN-GoGn: 48,1°, FMA: 45,5° ve Jarabak oranı: %57 olarak kaydedilerek hiperdiverjan kraniyofasiyal morfoloji doğrulanmıştır.

Maksiller ark yer darlığının giderilmesi, palatinal lateral kesicinin ark üzerine alınması ve cerrahi sagittal düzeltme miktarının artırılması amacıyla 14 ve 24 numaralı dişler çekilmiştir. Cerrahi öncesi ortodontik süreçte ark formları ve transvers uyum düzenlenmiş,

mandibular keserlerdeki lingual kompansasyon azaltılmıştır. Ardından maksillaya 6 mm impaksiyon ve 8 mm ilerletme uygulanmış; mandibula yaklaşık 4 mm geriye alınarak saat yönünün tersine rotasyonla yeniden konumlandırılmıştır. Cerrahi sonrası oklüzal temasların kesinleştirilmesini takiben sabit lingual retainer ve Essix tipi kalın termoplastik plakla kombine retansiyona geçilmiştir. Toplam aktif tedavi süresi 22 aydır.

Sonuç: Tedavi sonunda SNA 82,7°, SNB 80,7° ve ANB 2° olarak ölçülmüş; sagittal maksillomandibular ilişki iskeletsel Sınıf I düzeyine getirilmiştir. Vertikal parametrelerdeki azalma hiperdiverjan yapının kontrolünü desteklemiştir. Diş inklinasyonları ve arklar arası ilişki tedavi hedeflerine uygun hâle getirilmiş; fonksiyonel oklüzyon, ideal overjet-overbite ilişkisi ve iyileşmiş fasiyal estetik elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ortognatik cerrahi, İskeletsel Sınıf III maloklüzyon, hiperdiverjan büyüme paterni, anterior açık kapanış, dentoalveoler dekompansasyon

ABSTRACT

Introduction: Skeletal Class III malocclusion associated with anterior open bite and a hyperdivergent facial pattern requires management of sagittal and vertical skeletal discrepancies. In skeletally mature individuals with deformities that cannot be corrected by dentoalveolar movements alone, orthodontic preparation should be integrated with orthognathic surgery. This report presents multidisciplinary treatment of a patient with hyperdivergent skeletal Class III malocclusion.

Case: A 21-year-6-month-old patient presented with a chief complaint of impaired facial esthetics associated with mandibular prognathism. Clinical, radiographic, and cephalometric evaluations revealed skeletal and dental Class III malocclusion with anterior open bite. Initial overjet and overbite were −10 mm and −7 mm, respectively. Cephalometric analysis showed SNA: 76.3°, SNB: 84°, ANB: −7.7°, Wits: −15.2 mm, U1-PP: 114°, and IMPA: 62.2°; vertical measurements were SN-GoGn: 48.1°, FMA: 45.5°, and Jarabak ratio: 57%, confirming hyperdivergent craniofacial morphology.

Teeth 14 and 24 were extracted to resolve maxillary arch-length deficiency, align the palatally positioned lateral incisor, and increase sagittal surgical correction. During presurgical orthodontic treatment, arch coordination was established and mandibular incisor lingual compensation was reduced. The maxilla underwent 6 mm impaction and 8 mm advancement; the mandible was repositioned with approximately 4 mm setback and counterclockwise rotation. After occlusal refinement, retention was provided with a fixed lingual retainer and thick Essix-type thermoplastic retainer. Active treatment duration was 22 months.

Conclusion: At treatment completion, SNA, SNB, and ANB were 82.7°, 80.7°, and 2°, respectively, indicating correction of sagittal maxillomandibular relationship to skeletal Class I. Reduced vertical parameters supported control of the hyperdivergent pattern. Dental inclinations and interarch relationships were optimized, resulting in functional occlusion, ideal overjet-overbite relationships, and improved facial esthetics.

Keywords: Orthognathic surgery, skeletal Class III malocclusion, hyperdivergent growth pattern, anterior open bite, dentoalveolar decompensation

1.GİRİŞ

İskeletsel Sınıf III maloklüzyon, maksilla ve mandibula arasındaki sagittal ilişkinin bozulduğu; maksiller yetersizlik, mandibular aşırı gelişim veya her iki iskeletsel komponentin farklı oranlarda katkıda bulunduğu kompleks bir dentofasiyal deformitedir. Anterior açık kapanış ve hiperdiverjan kraniyofasiyal morfolojinin eşlik ettiği olgularda sagittal uyumsuzluğa artmış mandibular düzlem eğimi ve vertikal yüz boyutları da eklenmekte, böylece tanı ve tedavi planlaması daha karmaşık hâle gelmektedir. İskeletsel maturasyonunu tamamlamış ve mevcut deformitesi ortodontik kamuflaj sınırlarını aşan bireylerde, ortodontik hazırlık ile cerrahi iskeletsel düzeltmenin bütüncül bir tedavi protokolü içerisinde ele alınması gerekmektedir.1,2

İskeletsel anterior açık kapanış; artmış alt anterior yüz yüksekliği, dik mandibular düzlem ve vertikal maksillomandibular uyumsuzluk gibi karakteristik morfolojik özelliklerle ilişkilidir. Bu özelliklerin iskeletsel Sınıf III ilişkiyle birlikte bulunması, negatif overjet ve overbite ile birlikte fasiyal disharmoninin daha belirgin hâle gelmesine neden olabilmektedir. Açık kapanışlı Sınıf III morfolojide maksiller ve mandibular komponentlerin birlikte etkilenebilmesi, tedavi planlamasında her iki çenenin üç boyutlu (3B) olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.1,3

İskeletsel Sınıf III hastalarda çeneler arasındaki uyumsuzluğun oklüzal etkilerini azaltmaya yönelik dentoalveoler kompansasyonlar sıklıkla gelişmektedir. Mandibular keserlerin lingual inklinasyonu bu adaptasyonların başlıcalarından biri olup sagittal deformitenin klinik şiddetini kısmen maskeleyebilmektedir.4

Cerrahi öncesi ortodontik hazırlıkta kompansatuvar keser inklinasyonlarının kontrollü biçimde azaltılması, dental yapıların cerrahi hedeflerle daha uyumlu konumlara taşınmasına ve planlanan iskeletsel hareketlerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte dekompansasyon miktarı belirlenirken özellikle mandibular anterior bölgedeki alveoler kemik sınırlarının dikkate alınması gerekmektedir.5,6

Hiperdiverjan Sınıf III anterior açık kapanış olgularında cerrahi planlama yalnızca sagittal çene hareketleri üzerinden yapılmamalıdır. Maksillanın vertikal pozisyonu, oklüzal düzlemde meydana gelen değişiklikler ve buna eşlik eden mandibular rotasyon, nihai dentofasiyal ilişkinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Maksiller impaksiyonun mandibular cerrahiyle kombine edilmesi, sagittal ve vertikal iskeletsel komponentlerin aynı cerrahi aşamada yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, cerrahi sonrası vertikal değişikliklerin ve relapsın uzun dönemde tamamen ortadan kalkmadığı bildirilmiştir.4,7

Bu olgu sunumunda, anterior açık kapanış ve hiperdiverjan kraniyofasiyal morfolojinin eşlik ettiği şiddetli iskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip erişkin bir hastanın, cerrahi öncesi ortodontik dekompansasyon ve bimaksiller ortognatik cerrahi ile tedavisi sunulmaktadır.

2.VAKA SUNUMU

Kronolojik yaşı 21 yıl 6 ay olan hasta, mandibular prognatizme bağlı fasiyal estetik bozukluk şikâyetiyle ortodonti kliniğine başvurmuştur. Ekstraoral ve intraoral klinik muayene bulguları ile radyografik ve sefalometrik kayıtların birlikte değerlendirilmesi sonucunda, iskeletsel ve dental Sınıf III maloklüzyona belirgin anterior açık kapanışın eşlik ettiği saptanmıştır.

Başlangıç intraoral değerlendirmesinde overjet −10 mm, overbite ise −7 mm olarak ölçülmüştür. Maksiller arkta yer yetersizliği mevcut olup 22 numaralı diş palatopozisyonda konumlanmaktaydı. Mandibular anterior bölgede ise mevcut iskeletsel Sınıf III ilişkiye eşlik eden belirgin lingual keser kompansasyonu gözlenmiştir.

Lateral sefalometrik radyografi analizinde SNA 76,3°, SNB 84°, ANB −7,7° ve Wits −15,2 mm olarak kaydedilmiş; bu değerler belirgin sagittal maksillomandibular uyumsuzluğu ortaya koymuştur. Dental değerlendirmede U1-PP 114° ve IMPA 62,2° olarak ölçülmüş; düşük IMPA değeri mandibular keserlerde ileri düzeyde lingual kompansasyon bulunduğunu göstermiştir. Vertikal analizde SN-GoGn 48,1°, FMA 45,5° ve Jarabak oranı %57 olarak belirlenmiş ve bu bulgular artmış mandibular düzlem eğimiyle karakterize hiperdiverjan kraniyofasiyal morfolojiyle uyumlu bulunmuştur.

Tedavi hedefleri; maksiller arkta gerekli yerin oluşturulması, palatinal konumdaki lateral kesici dişin ark üzerine alınması, dentoalveoler kompansasyonların kontrollü olarak azaltılması, dental arkların cerrahi öncesinde koordine edilmesi, ortognatik cerrahi ile sagital ve vertikal iskeletsel uyumsuzluğun düzeltilmesi, anterior açık kapanışın giderilmesi ve fonksiyonel bir oklüzal ilişkinin oluşturulması olarak belirlenmiştir.

Maksiller arkta yer kazanılması ve cerrahi öncesi dental düzenlemenin gerçekleştirilebilmesi amacıyla sabit ortodontik tedavi aşamasında 14 ve 24 numaralı dişlerin çekimi planlanmıştır. Çekim boşluklarından yararlanılarak palatinal konumdaki lateral kesici diş ark üzerine alınmış ve maksiller anterior segment cerrahi hedeflere uygun biçimde düzenlenmiştir. Cerrahi öncesi ortodontik süreçte her iki arkta seviyelenme ve sıralanma gerçekleştirilmiş, ark formları ve transvers koordinasyon düzenlenmiş ve mandibular keserlerdeki belirgin lingual kompansasyon kontrollü olarak azaltılmıştır.

Ortodontik hazırlığın tamamlanmasının ardından bimaksiller ortognatik cerrahi uygulanmıştır. Maksilla 6 mm impakte edilerek 8 mm ilerletilmiş; mandibula yaklaşık 4 mm geriye alınmış ve saat yönünün tersine rotasyonla yeniden konumlandırılmıştır. Bu cerrahi hareketlerle sagittal maksillomandibular uyumsuzluğun yanı sıra anterior açık kapanışın vertikal iskeletsel bileşeninin de düzeltilmesi amaçlanmıştır.

Cerrahi sonrası ortodontik dönemde oklüzal temasların detaylandırılması ve arklar arası ilişkinin kesinleştirilmesine yönelik tedavi sürdürülmüştür. Uygun interkuspidasyonun elde edilmesinin ardından aktif tedavi sonlandırılmış; sabit lingual retainer ve Essix tipi kalın termoplastik plak kullanılarak kombine retansiyona geçilmiştir. Toplam aktif tedavi süresi 22 ay olarak kaydedilmiştir.

Klinik Görseller:

Resim 1. Tedavi öncesi ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

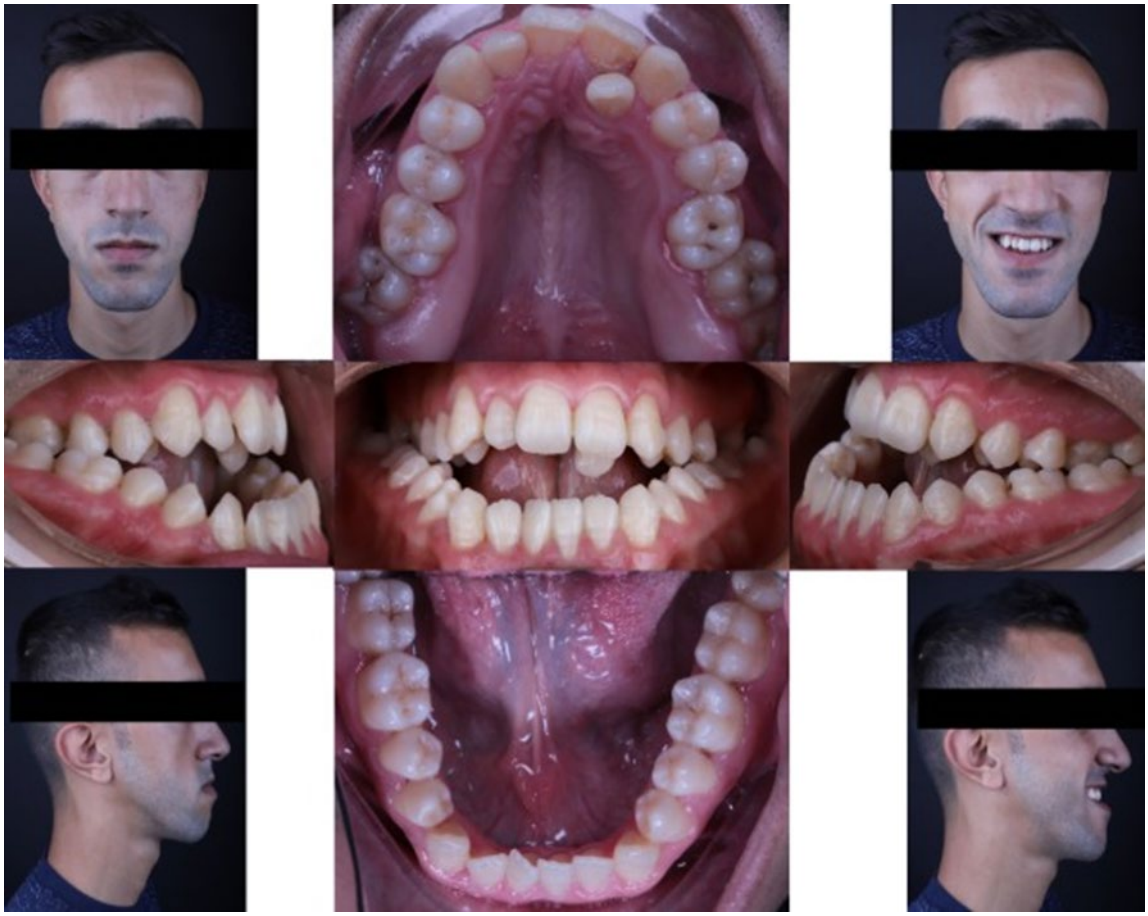
Resim 2. Tedavi öncesi panoramik ve lateral sefalometrik radyografiler.

Resim 3. Cerrahi öncesi ortodontik dekompansasyon ve ark koordinasyonu aşamasına ait intraoral görüntüler.

Resim 4. Tedavi sonu ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

Resim 5. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası lateral sefalometrik radyografilerin karşılaştırılması.

Resim 6. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası ekstraoral profil ve cephe fotoğraflarının karşılaştırılması.



Resim 1. Tedavi öncesi ekstraoral ve intraoral fotoğraflar

Resim 2. Tedavi öncesi panoramik ve lateral sefalometrik radyografiler.

Resim 3. Cerrahi öncesi ortodontik dekompansasyon ve ark koordinasyonu aşamasına ait ekstraoral ve intraoral görüntüler

Resim 4. Tedavi sonu ekstraoral ve intraoral fotoğraflar.

Resim 5. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası lateral sefalometrik radyografilerin karşılaştırılması

Resim 6. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası ekstraoral profil ve cephe fotoğraflarının karşılaştırılması.

3.TEDAVİ SONUÇLARI

Tedavi sonunda sagittal iskeletsel ilişkide belirgin düzelme elde edilmiştir. SNA açısı 76,3°'den 82,7°'ye yükselmiş, SNB açısı 84°'den 80,7°'ye azalmış ve ANB açısı −7,7°'den 2°'ye ulaşmıştır. Bu değişiklikler maksilla ile mandibula arasındaki sagittal ilişkinin tedavi sonunda iskeletsel Sınıf I düzeyine getirildiğini göstermiştir.

Tedavi sonu vertikal değerlendirmede gözlenen değişiklikler, başlangıçtaki hiperdiverjan morfolojinin tedavi hedefleri doğrultusunda kontrol edildiğini desteklemiştir. Cerrahi öncesi dekompansasyon ve cerrahi sonrası ortodontik detaylandırma sonucunda dental inklinasyonlar ve arklar arası ilişki tedavi hedeflerine uygun biçimde düzenlenmiştir.

Anterior açık kapanış giderilmiş, uygun overjet ve overbite ilişkisi oluşturulmuş ve fonksiyonel oklüzal temaslar elde edilmiştir. Sagittal ve vertikal iskeletsel ilişkideki düzelmeyle birlikte fasiyal profil ve genel yüz estetiğinde de belirgin iyileşme gözlenmiştir.

4.TARTIŞMA

Anterior açık kapanış ve hiperdiverjan kraniyofasiyal morfolojinin eşlik ettiği iskeletsel Sınıf III olgular, sagittal ve vertikal deformitelerin aynı hastada bir arada bulunması nedeniyle kapsamlı bir tedavi yaklaşımı gerektirir. Sunulan vakada −10 mm overjet, −7 mm overbite, ANB −7,7° ve Wits −15,2 mm değerleri sagittal iskeletsel uyumsuzluğun şiddetini ortaya koyarken; SN-GoGn 48,1°, FMA 45,5° ve Jarabak oranı %57 belirgin hiperdiverjan morfolojiyi desteklemiştir. Bu dentoiskeletsel özellikler, yalnızca ortodontik kamuflaj yerine iskeletsel düzeltmeyi içeren kombine tedavi yaklaşımının tercih edilmesinde belirleyici olmuştur.1,2

Cerrahi öncesi ortodontik dekompansasyon, Sınıf III cerrahi ortodonti hastalarında gerçek iskeletsel uyumsuzluğun ortaya çıkarılması açısından önemli bir tedavi basamağıdır. Mandibular keserlerin lingual inklinasyonu sagittal deformitenin bir bölümünü dentoalveoler düzeyde kompanse edebildiğinden, yetersiz dekompansasyon cerrahi sırasında elde edilebilecek sagittal düzeltmeyi sınırlandırabilir.8 Sunulan olguda başlangıç IMPA değerinin 62,2° olması belirgin lingual kompansasyona işaret etmiş ve bu kompansasyon cerrahi hazırlık sırasında kontrollü olarak azaltılmıştır. Bununla birlikte presürjikal dekompansasyon sırasında özellikle mandibular anterior bölgede alveoler kemik kaybı meydana gelebileceğinin gösterilmiş olması, keser hareketlerinin biyolojik sınırlar içerisinde planlanmasının önemini ortaya koymaktadır.5,6,9,10

Maksiller premolar çekimleri yalnızca ark içi yer ihtiyacını karşılamaya yönelik planlanmamıştır. Palatinal konumdaki lateral kesici dişin ark üzerine alınması, maksiller anterior segmentin cerrahi hedeflerle uyumlandırılması ve cerrahi düzeltme için gerekli sagittal hareket miktarının artırılması da çekim kararında etkili olmuştur. Bu nedenle cerrahi ortodonti olgularında çekim planlamasının yalnızca çapraşıklık miktarına göre değil, presürjikal dental hedefler ve öngörülen iskeletsel hareketlerle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anterior açık kapanışın cerrahi yönetiminde maksillanın vertikal konumu, mandibulanın rotasyonel davranışı ve postoperatif yüz yüksekliği üzerinde belirleyici olabilmektedir. Maksiller impaksiyon, vertikal iskeletsel ilişkinin yeniden düzenlenmesine ve mandibulanın rotasyonel olarak konumlandırılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte sistematik değerlendirmelerde cerrahi olarak tedavi edilen anterior açık kapanış olgularında uzun dönem vertikal değişikliklerin ve relapsın tamamen ortadan kalkmadığı;

overbite, mandibular düzlem ve intermaksiller açı gibi parametrelerde postoperatif değişiklikler görülebildiği bildirilmiştir.4,7,11

Sunulan olguda 6 mm maksiller impaksiyon ve 8 mm ilerletme, yaklaşık 4 mm mandibular setback ve saat yönünün tersine rotasyonla kombine edilmiştir. Sınıf III anterior açık kapanış olgularında posterior maksiller impaksiyon ile mandibular saat yönünün tersine rotasyonun postoperatif iskeletsel değişiklikler ve relaps paterniyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle özellikle hiperdiverjan morfolojiye sahip hastalarda yalnızca sagittal hareket miktarının değil, mandibular rotasyonun yönü ve büyüklüğünün de cerrahi planlamada dikkate alınması gerekmektedir.12,13

Tedavi sonunda SNA'nın 76,3°'den 82,7°'ye yükselmesi, SNB'nin 84°'den 80,7°'ye azalması ve ANB'nin −7,7°'den 2°'ye ulaşması sagittal maksillomandibular ilişkinin belirgin biçimde düzeldiğini göstermiştir. Anterior açık kapanışın giderilmesi, uygun overjet-overbite ilişkisinin oluşturulması ve tedavi sonu vertikal değerlendirmede elde edilen değişiklikler, sagittal ve vertikal tedavi hedeflerinin birlikte karşılandığını desteklemektedir. Bu klinik bulgular, presürjikal dental dekompansasyon ile çenelerin 3B cerrahi yeniden konumlandırılmasının birbirini tamamlayan tedavi aşamaları olarak ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Bu vaka sunumunun temel sınırlılığı, tek bir hastaya ait bulguların değerlendirilmesi ve uzun dönem takip verilerinin bulunmamasıdır. Cerrahi-ortodontik olarak tedavi edilen anterior açık kapanış olgularında uzun dönem vertikal değişiklik ve relaps bildirildiğinden, özellikle başlangıçta hiperdiverjan morfoloji gösteren hastalarda iskeletsel ve oklüzal stabilitenin uzun süreli klinik ve sefalometrik kayıtlarla değerlendirilmesi önem taşımaktadır.4,7,14,15

5.SONUÇ

Anterior açık kapanış ve hiperdiverjan kraniyofasiyal morfolojinin eşlik ettiği şiddetli iskeletsel Sınıf III maloklüzyonlarda tedavi planlaması; sagittal çene ilişkisi, vertikal iskeletsel yapı ve mevcut dentoalveoler kompansasyonların birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Sunulan olguda çekimli cerrahi öncesi ortodontik hazırlığı takiben gerçekleştirilen bimaksiller ortognatik cerrahi ile sagittal maksillomandibular ilişki düzeltilmiş ve anterior açık kapanış giderilmiştir.

Maksiller impaksiyon ve ilerletmenin mandibular setback ve saat yönünün tersine rotasyonla birlikte uygulanması sonucunda uygun overjet-overbite ilişkisi, fonksiyonel oklüzyon ve iyileşmiş fasiyal estetik elde edilmiştir. Elde edilen klinik sonuçlar, bu morfolojiye sahip hastalarda ortodontik dekompansasyon ile sagittal ve vertikal cerrahi hedeflerin bireyselleştirilmiş ve bütüncül bir tedavi planı içerisinde ele alınmasının önemini desteklemektedir.

REFERANSLAR

1.McCance AM, Moss JP, James DR. Stability of surgical correction of patients with Skeletal III and Skeletal II anterior open bite, with increased maxillary mandibular planes angle. Eur J Orthod. 1992;14(3):198-206.

2.Iannetti G, Fadda MT, Marianetti TM, Terenzi V, Cassoni A. Long-term skeletal stability after surgical correction in Class III open-bite patients: a retrospective study on 40 patients treated with mono-or bimaxillary surgery. J Craniofac Surg. 2007;18(2):350-354.

3.Ellis III E, McNamara Jr JA. Components of adult Class III open-bite malocclusion. Am J Orthod. 1984;86(4):277-290.

4.Teittinen M, Tuovinen V, Tammela L, Schätzle M, Peltomäki T. Long-term stability of anterior open bite closure corrected by surgical-orthodontic treatment. Eur J Orthod. 2012;34(2):238-243.

5.An JS, Jeong W, Sonnesen L, Baek SH, Ahn SJ. Effects of presurgical mandibular incisor decompensation on long-term outcomes of Class III surgical orthodontic treatment. J Clin Med. 2021;10(13):2870.

6.He Y, Wang S, Xiong H. Periodontal outcomes in anterior teeth following presurgical orthodontic decompensation in patients with skeletal Class III malocclusion: a single-arm systematic review and meta-analysis. Int J Dent. 2024;2024(1):5020873.

7.Solano-Hernández B, Antonarakis GS, Scolozzi P, Kiliaridis S. Combined orthodontic and orthognathic surgical treatment for the correction of skeletal anterior open-bite malocclusion: a systematic review on vertical stability. J Oral Maxillofac Surg. 2013;71(1):98-109.

8.Troy BA, Shanker S, Fields HW, Vig K, Johnston W. Comparison of incisor inclination in patients with Class III malocclusion treated with orthognathic surgery or orthodontic camouflage. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135(2):146-e1.

9.McNeil C, McIntyre GT, Laverick S. How much incisor decompensation is achieved prior to orthognathic surgery? J Clin Exp Dent. 2014;6(3):e225.

10.Demirsoy KK, Türker G, Amuk M, Kurt G. How much should incisors be decompensated? Periodontal bone defects during presurgical orthodontic treatment in class III double-jaw orthognathic surgery patients. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2022;123(4):e133-e139.

11.Podcernina J, Jakobsone G, Urtane I, Salms G, Radzins O. Long-term evaluation of condylar positional and volumetric parameters and skeletal stability in class III bimaxillary orthognathic surgery patients. Int J Oral Maxillofac Surg. 2024;53(8):707-714.

12.Kor HS, Yang HJ, Hwang SJ. Relapse of skeletal class III with anterior open bite after bimaxillary orthognathic surgery depending on maxillary posterior impaction and mandibular counterclockwise rotation. J Craniomaxillofac Surg. 2014;42(5):e230-e238.

13.Chen YH, Baan F, Bruggink R, Ko EWC, Bergé S, Xi T. Clockwise versus counterclockwise rotation in bimaxillary surgery: 3D analysis of facial soft tissue outcomes. Oral Maxillofac Surg. 2024;28(2):693-703.

14.Kalluf GH, Tatim T, Sell P, et al. Three-dimensional changes in the mandibular condyle in skeletal class III patients treated with orthognathic surgery: a systematic review. Br J Oral Maxillofac Surg. 2024;62(10):909-916.

15.Naini FB, Siddiqui N, Wall A, Garagiola U, Messiha A. A novel technique to improve postoperative stability of orthognathic surgical anterior open bite correction using temporary anchorage devices: a case report. Maxillofac Plast Reconstr Surg. 2025;47(1):23.

EN MASSE RETRAKSİYON YAKLAŞIMIYLA BİALVEOLAR PROTRÜZYONUN ORTODONTİK TEDAVİSİ: OLGU SUNUMU

ORTHODONTIC TREATMENT OF BIALVEOLAR PROTRUSION USING AN EN MASSE RETRACTION APPROACH: A CASE REPORT

Saniye Merve CENGİZ

Doktor Öğretim Üyesi, Mersin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.B.D, Mersin, Türkiye

ORCID: 0000-0003-0803-8735

Ahmet Fatih CENGİZ

Ortodonti Uzmanı, Serbest Klinik, Mersin, Türkiye

ORCID: 0009-0007-5992-6456

Eren AKTEPE

Araştırma Görevlisi, Mersin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.B.D, Mersin, Türkiye

ORCID: 0009-0004-1151-2017

ÖZET

GİRİŞ: Bu olgu sunumunun amacı artmış overjet ve bialveolar protrüzyon gözlenen Sınıf II maloklüzyona sahip hastanın En-Masse retraksiyon tekniği ile yapılan ortodontik tedavi sonuçlarını sunmaktır.

OLGU: Kronolojik yaşı 28 yıl 7 ay olan kadın hasta, üst ön dişlerinin önde olması ve dişsiz boşlukların bulunması şikayetleriyle kliniğimize başvurmuştur. Klinik değerlendirmede 7 mm overjet, 1 mm overbite, her iki bölgede Sınıf II kanin ilişki, 15, 16, 25, 36 ve 46 numaralı dişlerde eksiklik saptandı. Radyolojik muayenede iskeletsel Sınıf II ilişki (ANB:5˚), maksiller ve mandibular keser dişlerde proklinasyon (U1-PP:119˚, IMPA:105˚) tespit edildi. Tedavi planı olarak uygun kapanış ilişkilerini ve ön dişlerin retraksiyonunu sağlamak amacıyla mevcut boşlukların kullanılmasına karar verildi ve tedavi sonunda 16 ve 46 numaralı dişlere implant uygulaması planlandı. Sabit ortodontik tedaviye başlanarak seviyeleme ve hizalama dönemi sonrası 0.017-0.025 inç paslanmaz tellere geçildiğinde üst çeneye, 17 ve 26 numaralı dişlerin mesialine bilateral 2 adet mini vida uygulandı (Hubit Co. Ltd., Gyeonggi-do, Güney Kore, 1,6x8 mm). Anterior segment figüre edilerek mini vidalardan kanin ve premolar dişler arasında bulunan crimpable hooklara asılan elastik zincirler aracılığıyla En-Masse retraksiyona başlandı. 18 aylık tedavi sürecinin ardından, 16 ve 46 numaralı dişlerin eksikliği implant destekli restorasyonlarla giderilerek üst ve alt çeneye sabit lingual retainerlar ve hareketli pekiştirme apareyleri uygulandı.

SONUÇ: Ön dişlerde artmış proklinasyon vakalarında sabit ortodontik tedavi ile birlikte mini vidalardan yararlanılarak gerçekleştirilen En-Masse retraksiyon tekniği ile tedaviler başarılı bir şekilde gerçekleştirilmekte olup ideal estetik görünüm sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: En masse retraksiyon, bialveolar protrüzyon, mini vida

ABSTRACT

INTRODUCTION: The aim of this case report is to present the orthodontic treatment outcomes of a patient with Class II malocclusion, increased overjet, and bialveolar protrusion treated using the en masse retraction technique.

CASE: A 28-year-7-month-old female patient presented to our clinic with complaints of protrusive upper anterior teeth and edentulous spaces. Clinical examination revealed a 7 mm overjet, 1 mm overbite, bilateral Class II canine relationship, and missing teeth numbered 15, 16, 25, 36, and 46. Radiographic examination revealed a skeletal Class II relationship (ANB: 5°) and proclination of the maxillary and mandibular incisors (U1-PP: 119°, IMPA: 105°). As the treatment plan, it was decided to utilize the existing spaces to achieve appropriate occlusal relationships and anterior tooth retraction, and implant placement was planned for the regions of teeth 16 and 46 at the end of treatment. Fixed orthodontic treatment was initiated, and following the leveling and alignment phase, when 0.017 × 0.025-inch stainless steel archwires were placed, two bilateral miniscrews were inserted in the maxilla mesial to teeth 17 and 26 (Hubit Co. Ltd., Gyeonggi-do, South Korea; 1.6 × 8 mm). The anterior segment was consolidated, and en masse retraction was initiated using elastic chains extending from the miniscrews to crimpable hooks positioned between the canine and premolar teeth. After 18 months of treatment, the missing teeth numbered 16 and 46 were restored with implant-supported restorations, and fixed lingual retainers and removable retention appliances were applied to the maxillary and mandibular arches.

CONCLUSION: In cases with increased anterior tooth proclination, successful treatment outcomes can be achieved with the en masse retraction technique performed using miniscrew anchorage in conjunction with fixed orthodontic treatment, while also providing an improved esthetic appearance.

Keywords: En masse retraction, bialveolar protrusion, miniscrew

GİRİŞ

Bialveolar protrüzyon, maksiller ve mandibular anterior dişlerin protrüzyonu ve proklinasyonu ile karakterize, sıklıkla dudakların belirgin şekilde önde konumlanmasının eşlik ettiği dentoalveoler bir durumdur.[1,2] Bu olgularda artmış keser proklinasyonu ve protrüzyonuna ek olarak azalmış interinsizal açı ve belirgin yumuşak doku protrüzyonu görülebilmektedir.[1–3] Bialveolar protrüzyonun ortodontik tedavisinde temel hedeflerden biri, üst ve alt keserlerin retraksiyonu ile dental protrüzyonun azaltılması ve buna eşlik eden yumuşak doku profilinde iyileşme sağlanmasıdır.[1,2] Premolar çekimi sonrasında anterior dişlerin retraksiyonu ile keser protrüzyonunun ve dudak belirginliğinin azaltılabildiği bildirilmiştir.[2,3]

Keser dişlerin konumu ve inklinasyonu yalnızca dentoalveoler morfolojiden değil, dişler üzerinde uzun süre etkili olan çevresel ve fonksiyonel kuvvetlerden de etkilenebilmektedir.[4] Proffit'in dental denge teorisine göre özellikle dil, dudak ve yanakların istirahat basınçları dişlerin konumunun belirlenmesinde önemli rol oynarken, solunum gereksinimleri de baş, mandibula ve dil postürünü değiştirerek bu dengeyi etkileyebilmektedir.[4] Oral alışkanlıklar ile maloklüzyon arasında da ilişki bulunduğu; parmak emme, atipik oral fonksiyonlar ve ağız solunumu gibi faktörlerin belirli

dentoalveoler değişikliklerle birlikte görülebildiği bildirilmiştir.[5] Ağız solunumunun dentofasiyal gelişim üzerindeki etkisinin bireyler arasında farklılık gösterebildiği ve ortaya çıkan maloklüzyon paterninin solunum bozukluğunun etiyolojisi ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir.[6] Bu nedenle artmış keser inklinasyonu ve protrüzyonun değerlendirilmesinde yalnızca mevcut dental ilişki değil, dentoalveoler dengeyi etkileyebilecek fonksiyonel faktörlerin de göz önünde bulundurulması önem taşımaktadır.[4–6]

Ortodontik tedavilerde anterior dişlerin retraksiyonu, kaninlerin önce ayrı olarak retrakte edilmesini takiben keserlerin geri alınması şeklinde iki aşamalı olarak veya altı anterior dişin birlikte hareket ettirildiği en-masse retraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilebilmektedir.[7,8] En-masse retraksiyon sırasında çekim boşluklarının anterior dişlerin geri alınması amacıyla etkin şekilde kullanılabilmesi, posterior ankrajın korunmasına ve uygulanan kuvvet sisteminin kontrolüne bağlıdır.[7–9] Özellikle bialveolar protrüzyon gibi belirgin anterior retraksiyon ve maksimum ankraj gerektiren olgularda posterior dişlerin istenmeyen mezial hareketinin sınırlandırılması tedavi planının önemli bileşenlerinden biridir.[1,9]

Ortodontik mini vidalar, geleneksel dental ankraj yöntemlerine olan bağımlılığı azaltmak ve retraksiyon sırasında ankraj kontrolünü artırmak amacıyla kullanılan geçici iskeletsel ankraj elemanlarıdır.[9,10] Bialveolar protrüzyona sahip ve maksimum ankraj gerektiren hastalarda mini vida destekli en-masse retraksiyon ile belirgin maksiller ve mandibular keser retraksiyonu sağlanabildiği, posterior molar hareketinin ise sınırlı tutulabildiği gösterilmiştir.[9] Mini vidaların konumu ve kuvvetin anterior segmente uygulanma doğrultusu, retraksiyon sırasında oluşan diş hareketinin miktarı ve tipinin kontrol edilmesine de olanak sağlayabilmektedir.[7,10] Bu olgu sunumunda, artmış üst ve alt keser inklinasyonu ve bialveolar protrüzyonun eşlik ettiği bir hastada mini vida ankrajı kullanılarak gerçekleştirilen en-masse retraksiyon tedavisinin klinik ve sefalometrik sonuçlarının sunulması amaçlanmıştır.

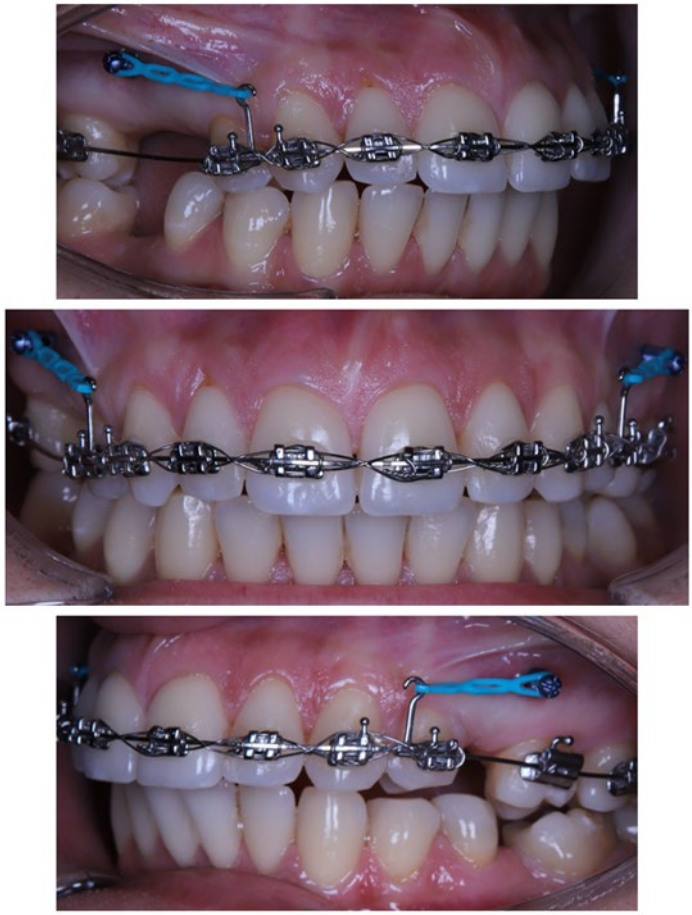
OLGU SUNUMU

Kronolojik yaşı 28 yıl 7 ay olan kadın hasta üst ön dişlerinin önde olması ve dişsiz boşluklarının bulunması şikayetleriyle kliniğimize başvurmuştur. Klinik değerlendirmede 7 mm overjet, 1 mm overbite, bilateral Sınıf II kanin ilişki, 15, 16, 25, 36 ve 46 numaralı dişlerde eksiklik, üst ve alt orta hatların yerinde olduğu gözlendi (Resim 1). Radyolojik muayenede iskeletsel Sınıf II ilişki (ANB:5˚), maksiller ve mandibular keser dişlerde proklinasyon (U1-PP:119˚, IMPA:105˚), vertikal yön büyüme paterni (SN-Go/Gn: 41°, FMA: 37°) saptandı (Resim 2).

Resim 1. Tedavi öncesi intraoral ve ekstraoral klinik görüntüler

Resim 2. Tedavi öncesi alınan panoramik radyografi ve lateral sefalometrik radyografi

Tedavi planı olarak ideal oklüzyon ve keser retraksiyonunu sağlamak amacıyla mevcut boşlukların kullanılması ve 16 ile 46 numaralı dişlere implant uygulaması planlandı. Braketleme işleminin ardından seviyeleme ve hizalama safhası sırasıyla 0.014, 0.016, 0.016x0.016, 0.016x0.022 ve 0.017x0.025 inç nikel-titanyum ark telleriyle tamamlanmıştır. Çalışma teli olarak 0.017x0.025 inç paslanmaz çelik tellere geçilmesini takiben, üst çenede 17 ve 26 numaralı dişlerin mezial bölgesine bilateral iki adet mini vida (1,6x8 mm; Hubit Co. Ltd., Gyeonggi-do, Güney Kore) yerleştirilmiştir. Anterior segment figüre edildikten sonra, mini vidalardan kanin-premolar arasına konumlandırılan crimpable hook'lara asılan elastik zincirler vasıtasıyla her bir tarafta 200 gr kuvvet oluşturacak şekilde en-masse retraksiyon başlatılmıştır (Resim 3).



Resim 3. Seviyeleme ve hizalama dönemi sonrası en-masse retraksiyon

18 aylık tedavi sürecinin ardından, dişsiz boşluklar ortodontik olarak kapatılarak ve 16 ve 46 numaralı dişlerin eksikliği implant destekli restorasyonlarla giderilerek üst ve alt çeneye sabit lingual retainerlar ve hareketli pekiştirme apareyleri uygulandı (Resim 4).

Resim 4. Tedavi sonrası intraoral ve ekstraoral klinik görüntüler

Tedavi sonuna ait radyografilere Resim 5'te, tedavi öncesi ve sonrasına ait sefalometrik ölçümlere Tablo 1'de yer verilmiştir. Tedavi sonunda üst ve alt keser açılarındaki azalma dikkat çekmektedir. Sagittal yönde iskeletsel değişiklik gözlenmemiştir.

Resim 5. Tedavi sonrası alınan panoramik radyografi ve lateral sefalometrik radyografi

Parametre	Başlangıç	Tedavi Sonu
SNA°	79°	79°
SNB°	74°	74°
ANB°	5°	5°
SN-GoGn°	41°	39°
FMA°	37°	37°
U1-PP°	119°	112°
IMPA°	105°	99°

Tablo 1. Tedavi öncesi ve sonrasına ait sefalometrik ölçümler

TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Anterior segmentin retraksiyonu amacıyla boşlukların kullanılabildiği olgularda, anterior dişlerin geri alınması iki aşamalı retraksiyon veya en-masse retraksiyon yaklaşımıyla gerçekleştirilebilmektedir.[7,11] İki aşamalı retraksiyonda ilk olarak kaninler mevcut boşluklara doğru ayrı ayrı distalize edilmekte, ardından kaninlerin posterior ankraj ünitesine dahil edilmesiyle keser dişlerin retraksiyonu gerçekleştirilmektedir.[8,11] En-masse

retraksiyonda ise kanin ve keser dişlerden oluşan anterior segment tek bir ünite olarak retrakte edilmektedir.[7,11]

İki aşamalı retraksiyon, anterior dişlerin kademeli olarak hareket ettirilmesine olanak sağlamakla birlikte, kanin ve keser retraksiyonunun ayrı aşamalarda gerçekleştirilmesi nedeniyle daha uzun bir boşluk kapatma süreci gerektirebilmektedir.[8,11] Schneider ve ark.[8] bialveolar protrüzyona sahip hastalarda en-masse ve iki aşamalı retraksiyonu karşılaştırdıkları randomize klinik çalışmalarında, keser retraksiyonu ve molar ankraj kaybı açısından iki yöntem arasında anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Aynı hasta grubunda boşluk kapatma süresinin değerlendirildiği çalışmada ise en-masse retraksiyonun iki aşamalı retraksiyona göre daha kısa sürede tamamlandığı gösterilmiştir.[12]

Retraksiyon tekniğinin yanı sıra kullanılan ankraj yöntemi de tedavi sonuçlarını etkileyen önemli bir faktördür. Rizk ve ark.[11] tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizde, mini vida destekli en-masse retraksiyonun konvansiyonel ankraj kullanılan iki aşamalı retraksiyona kıyasla posterior ankrajın korunması ve üst keser retraksiyonu açısından avantaj sağladığı; ayrıca mevcut kanıtların en-masse retraksiyonda daha kısa tedavi süresine işaret ettiği bildirilmiştir. Upadhyay ve ark.[10], mini vida destekli en-masse retraksiyon uygulanan hastalarda maksiller birinci molarlarda ortalama 0,55 mm distal hareket gözlenirken, konvansiyonel ankraj grubunda ortalama 1,95 mm mezial hareket meydana geldiğini bildirmiş ve mini vidaların maksimum ankraj gerektiren olgularda etkili bir ankraj seçeneği olduğunu göstermiştir. Mini vidaların ankraj ünitesi olarak kullanılması, posterior dişlerden destek alma gereksinimini azaltarak maksimum ankraj gerektiren olgularda anterior segmentin tek aşamada retrakte edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu olguda, belirgin anterior retraksiyon gereksinimi ve posterior ankrajın korunması hedeflerinin yanı sıra, boşluk kapatma süresini kısaltabilmesi ve ek mekaniklere duyulan gereksinimi azaltabilmesi nedeniyle mini vida destekli en-masse retraksiyon tercih edilmiştir.

TARTIŞMA

Bialveolar protrüzyonun klinik önemi yalnızca üst ve alt keserlerin artmış protrüzyonu ve inklinasyonu ile sınırlı olmayıp, dentoalveoler yapıdaki bu özellikler yüzün yumuşak doku profiline de yansıyabilmektedir.[2,3] Özellikle dudakların belirgin şekilde önde konumlanması ve protrüziv yüz profili, bialveolar protrüzyonlu bireylerde bildirilen karakteristik yumuşak doku özellikleri arasındadır.[2,3] Bu tabloya farklı derecelerde dudak yetersizliği, mentalis kasında zorlanma, diş eti görünürlüğünde artış ve anterior açık kapanış da eşlik edebilmektedir.[13] Bialveolar protrüzyonun tedavisinde anterior dişlerin retraksiyonu ile dental protrüzyonun ve buna eşlik eden yumuşak doku konveksitesinin azaltılması temel tedavi hedefleri arasında yer almaktadır.[1,2] Yüz ve profil estetiğine ilişkin kaygılar da bu bireylerde tedavi talebinin önemli nedenlerinden biri olabilmektedir.[13] Bununla birlikte dudak yetersizliği yalnızca keserlerin veya dentoalveoler yapıların protrüzyonuna bağlanmamalı; vertikal maksiller fazlalık veya kısa üst dudak gibi farklı morfolojik özelliklerin de benzer bir klinik görünüm oluşturabileceği dikkate alınmalıdır.[13] Bu nedenle tedavi planlamasında dental ve iskeletsel özelliklerin yanı sıra yumuşak doku profilinin de bütüncül olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır.[1,13] Sunulan vakada hasta şikayetleri arasında yer almasa da konveks yüz profili, gülüş sırasında bir miktar diş eti görünürlüğü ve dudakların kapatılması sırasında mentalis kasında aktivasyon gözlenmiştir.

En-masse retraksiyon, maksiller keser ve kaninlerin ayrı aşamalar yerine altı dişten oluşan tek bir anterior ünite halinde retrakte edilmesine dayanan bir boşluk kapatma

yaklaşımıdır.[8,11] Anterior segmentin kütlesel olarak retraksiyonu sırasında posterior ankrajın korunması, özellikle yüksek ankraj gereksinimi bulunan olgularda tedavi mekaniğinin önemli bileşenlerinden biridir.[10,14] Mini vidaların iskeletsel ankraj ünitesi olarak kullanılması, retraksiyon kuvvetinin posterior dişlerden destek alınmaksızın uygulanabilmesine ve böylece posterior ankraj kaybının sınırlandırılmasına olanak sağlamaktadır.[10,14] Sunulan vakada sağ üst bölgeye implant uygulaması planlanarak, kalan dişsiz boşluğun anterior dişlerin retraksiyonu ile kapatılması hedeflenmiş ve anterior segmentin hareketi için mini vida destekli en-masse retraksiyon tercih edilmiştir.

Mini vida destekli en-masse retraksiyonda anterior dişlerin hareket paterni, uygulanan retraksiyon kuvvetinin büyüklüğü ve doğrultusunun yanı sıra kuvvet hattının anterior segmentin direnç merkeziyle olan ilişkisinden etkilenmektedir.[15] Mini vidanın konumu ve anterior segment üzerindeki kuvvet uygulama noktasının yüksekliği, oluşan kuvvet vektörünü değiştirerek retraksiyona intrüzyon veya ekstrüzyon bileşenlerinin eşlik etmesine ve anterior segmentte farklı momentlerin oluşmasına neden olabilmektedir.[15] Khlef ve ark. tarafından yapılan çalışmada, mini vida destekli en-masse retraksiyon grubunda maksiller keserlerde intrüzyon hareketi gözlenmiş; bu durumun, mini vidaların oklüzal düzleme göre daha apikal konumlandırılması ve buna bağlı olarak kuvvet hattının anterior segmentin direnç merkezine göre daha apikalden geçmesiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir.[16] Bununla birlikte power arm yüksekliği ile braket slotu ve ark teli boyutlarının da anterior dişlerin kontrollü tipping veya gövdesel hareketi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir.[17] Bu nedenle mini vida konumu ve anterior kuvvet uygulama noktasının, hedeflenen keser hareketine uygun bir kuvvet sistemi oluşturacak şekilde planlanması önem taşımaktadır. Mini vida destekli en-masse retraksiyonda uygulanacak kuvvet miktarı kullanılan mekanik ve hedeflenen hareket doğrultusunda değişebilmektedir. Felicita[15] maksiller anterior dişlerin eş zamanlı intrüzyon ve retraksiyonu için optimum kuvveti her bir taraf için yaklaşık 212 g olarak hesaplamıştır. Bu bilgiler doğrultusunda, sunulan vakada mini vidalar diş köklerinin apekslerine daha yakın bir seviyede konumlandırılmış ve anterior segmentte intrüziv bir kuvvet bileşeni oluşturulması hedeflenerek diş eti görünürlüğünün azaltılması amaçlanmıştır. Retraksiyon sırasında ise literatürde önerilen değerlere yakın olacak şekilde yaklaşık 200 gr kuvvet uygulanmıştır.

SONUÇ

Bialveolar protrüzyon, üst ve alt keser dişlerin artmış protrüzyonu ve inklinasyonunun yanı sıra yumuşak doku profili ve yüz estetiğini de etkileyebilen dentoalveoler bir durumdur. Anterior segmentin retraksiyonunun gerekli olduğu olgularda en-masse retraksiyon, keser ve kanin dişlerin tek bir ünite halinde hareket ettirilmesine olanak sağlayan bir tedavi yaklaşımıdır. Mini vidaların ankraj ünitesi olarak kullanılmasıyla posterior ankraj desteklenirken, mini vida konumu ve uygulanan kuvvet vektörünün uygun şekilde planlanması anterior segmentin sagittal ve vertikal yöndeki hareketinin kontrolüne katkı sağlayabilir. Sunulan vakada mini vida destekli en-masse retraksiyon ile mevcut dişsiz boşluklardan yararlanılarak anterior segmentin retraksiyonu gerçekleştirilmiş, artmış keser inklinasyonları azaltılarak oklüzal ve estetik açıdan uygun sonuçlar elde edilmiştir. Bu tedavi yaklaşımı, özellikle mevcut boşlukların anterior retraksiyon amacıyla değerlendirilebildiği ve yüksek ankraj gereksinimi bulunan olgularda uygulanabilecek bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

REFERANSLAR

1. Ogundipe OK, Otuyemi OD. Surgical and orthodontic treatment methods in patients with bimaxillary protrusion-a systematic review. *J West Afr Coll Surg*. 2017;7(2):31.

2. Bills DA, Handelman CS, BeGole EA. Bimaxillary dentoalveolar protrusion: traits and orthodontic correction. *Angle Orthod*. 2005;75(3):333-339.

3. Keating PJ. Bimaxillary protrusion in the Caucasian: a cephalometric study of the morphological features. *Br J Orthod*. 1985;12(4):193-201.

4. Proffit WR. Equilibrium theory revisited: factors influencing position of the teeth. *Angle Orthod*. 1978;48(3):175-186.

5. Grippaudo C, Paolantonio EG, Antonini G, Saulle R, La Torre G, Deli R. Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2016;36(5):386.

6. Lin L, Zhao T, Qin D, Hua F, He H. The impact of mouth breathing on dentofacial development: A concise review. *Front Public Health*. 2022;10:929165.

7. Khlef HN, Hajeer MY, Ajaj MA, Heshmeh O. En-masse Retraction of Upper Anterior Teeth in Adult Patients with Maxillary or Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Contemp Dent Pract*. 2019;20(1):113-127.

8. Schneider PP, Júnior LGG, da Costa Monini A, dos Santos Pinto A, Kim KB. Comparison of anterior retraction and anchorage control between en masse retraction and two-step retraction: A randomized prospective clinical trial. *Angle Orthod*. 2019;89(2):190-199.

9. Monga N, Kharbanda OP, Samrit V. Quantitative and qualitative assessment of anchorage loss during en-masse retraction with indirectly loaded miniscrews in patients with bimaxillary protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016;150(2):274-282.

10. Upadhyay M, Yadav S, Patil S. Mini-implant anchorage for en-masse retraction of maxillary anterior teeth: a clinical cephalometric study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(6):803-810.

11. Rizk MZ, Mohammed H, Ismael O, Bearn DR. Effectiveness of en masse versus two-step retraction: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod*. 2017;18(1):41.

12. Schneider PP, Kim KB, da Costa Monini A, dos Santos-Pinto A, Júnior LGG. Which one closes extraction spaces faster: en masse retraction or two-step retraction? A randomized prospective clinical trial. *Angle Orthod*. 2019;89(6):855-861.

13. Chu YM, Bergeron L, Chen YR. Bimaxillary protrusion: an overview of the surgical-orthodontic treatment. In: *Seminars in Plastic Surgery*. Vol 23. © Thieme Medical Publishers; 2009:32-39.

14. Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Patil S. Treatment effects of mini-implants for en-masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(1):18-29.

15. Felicita AS. Quantification of intrusive/retraction force and moment generated during en-masse retraction of maxillary anterior teeth using mini-implants: A conceptual approach. *Dental Press J Orthod*. 2017;22(05):47-55.

16. Khlef HN, Hajeer MY, Ajaj MA, Heshmeh O. Evaluation of treatment outcomes of en masse retraction with temporary skeletal anchorage devices in comparison with two-step retraction with conventional anchorage in patients with dentoalveolar protrusion: a systematic review and meta-analysis. *Contemp Clin Dent*. 2018;9(4):513.

17. Tominaga J ya, Ozaki H, Chiang PC, et al. Effect of bracket slot and archwire dimensions on anterior tooth movement during space closure in sliding mechanics: a 3-dimensional finite element study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;146(2):166-174.

ORTODONTİK TEDAVİ İÇİN BAŞVURAN ADÖLESANLARDA MALOKLÜZYON ÖZELLİKLERİNİN DAĞILIMI VE CİNSİYET FARKLILIKLARI

DISTRIBUTION OF MALOCCLUSION CHARACTERISTICS AND GENDER DIFFERENCES IN ADOLESCENTS SEEKING ORTHODONTIC TREATMENT

Öğr. Gör. Dr. Berrak ÇAKMAK

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID NO: 0000-0003-4664-092X

Uzm. Dt. Tevhide SÖKMEN

Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID NO: 0000-0003-1613-3193

ÖZET

Giriş: Maloklüzyon; fonksiyonel ve estetik komponentleri olan yaygın bir ortodontik problemdir. Maloklüzyon prevalansının belirlenmesi, ortodontik tedavi gereksinimlerinin ve klinik hizmetlerin planlanmasına katkı sağlayabilir.

Amaç: Bu çalışmada, adölesanlarda iskeletsel ve dental maloklüzyon özelliklerinin dağılımının incelenmesi ve cinsiyetler arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu retrospektif çalışmaya, ortodontik tedavi amacıyla Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran, daimi dentisyona sahip 13-17 yaş aralığındaki 1458 adölesan [760 kız (14,86±0,95 yıl) ve 698 erkek (14,88±0,98 yıl)] dahil edildi. Katılımcıların iskeletsel ve dental maloklüzyon sınıflamaları, vertikal büyüme paternleri, profil tipleri ile çapraz kapanış ve açık kapanış varlığı değerlendirildi. Cinsiyetler arasındaki karşılaştırmalarda Pearson ki-kare testi kullanıldı ve $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: İskeletsel Sınıf 1 (%51,5) en sık görülen iskeletsel maloklüzyon iken, bunu Sınıf 2 (%38,9) ve Sınıf 3 (%9,6) izledi. Dental sınıflamada Angle Sınıf II (%57,2) baskın olup, bunu Sınıf I (%31,9) ve Sınıf III (%10,9) takip etti. Vertikal yönde normodiverjan patern (%66,6), profil değerlendirmesinde ise düz profil (%55,4) öne çıktı. Çapraz kapanış %31,5 oranında görülürken, açık kapanış prevalansı %2,7 olarak bulundu. Erkeklerde iskeletsel Sınıf 3, Angle Sınıf III ve konkav profil görülme oranlarının kadınlara göre daha yüksek olduğu belirlendi.

Sonuç: Angle Sınıf II maloklüzyon, normodiverjan büyüme paterni ve düz profil en sık gözlenen özelliklerdir. İskeletsel Sınıf 3, Angle Sınıf III ve konkav profil erkeklerde daha yüksek oranda görülmesine rağmen, cinsiyetler arasındaki farklılıklar genel olarak sınırlıdır. Bulgular, klinik başvuru popülasyonunu yansıtmakta olup genel toplum prevalansı olarak yorumlanmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Adölesan; Epidemiyoloji; Maloklüzyon; Ortodonti; Prevalans

ABSTRACT

Background: Malocclusion is a common orthodontic problem with functional and esthetic components. Determining the prevalence of malocclusion may contribute to planning orthodontic treatment needs and clinical services.

Objective: This study aimed to investigate the distribution of skeletal and dental malocclusion characteristics in adolescents and to evaluate differences between genders.

Methods: This retrospective study included 1,458 adolescents aged 13-17 years with permanent dentition who presented to the Department of Orthodontics, Gazi University Faculty of Dentistry, for orthodontic treatment [760 females (14.86±0.95 years) and 698 males (14.88±0.98 years)]. Skeletal and dental malocclusion classifications, vertical growth patterns, profile types, and the presence of crossbite and open bite were evaluated. Gender comparisons were performed using the Pearson chi-square test, and $p<0.05$ was considered statistically significant.

Results: Skeletal Class 1 (51.5%) was the most common skeletal malocclusion, followed by Class 2 (38.9%) and Class 3 (9.6%). In the dental classification, Angle Class II (57.2%) was predominant, followed by Class I (31.9%) and Class III (10.9%). The normodivergent growth pattern (66.6%) was the most common vertical pattern, while a straight profile (55.4%) was the most frequently observed profile type. Crossbite was observed in 31.5% of the participants, while the prevalence of open bite was 2.7%. Skeletal Class 3, Angle Class III, and concave profiles were more prevalent in males than in females.

Conclusion: Angle Class II malocclusion, normodivergent growth pattern, and straight profile were the most frequently observed characteristics. Although skeletal Class 3, Angle Class III, and concave profiles were more prevalent in males, gender-related differences were generally limited. The findings reflect the clinical referral population and should not be interpreted as population-based prevalence estimates.

Keywords: Adolescent; Epidemiology; Malocclusion; Orthodontics; Prevalence

DOĞRULUĞUN ÖTESİNDE: DENTOMAKSİLLOFASİYAL RADYOLOJİDE YAPAY ZEKÂ ARAŞTİRMALARİNİN KLİNİK UYGULAMAYA GEÇİŞE HAZİRLİK GÖSTERGELERİ: BİBLİYOMETRİK VE ÖZET DÜZEYİNDE METİN MADENCİLİĞİ ÇALİŞMASİ

BEYOND ACCURACY: TRANSLATIONAL-READINESS SIGNALS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH IN DENTOMAXILLOFACIAL RADIOLOGY: A BIBLIOMETRIC AND ABSTRACT-LEVEL TEXT-MINING STUDY

Alperen TEKIN

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0002-0604-0287

ÖZET

Giriş ve Amaç: Dentomaksillofasiyal görüntülemede yapay zekâ araştırmaları hızla artmaktadır; ancak yüksek iç doğrulama performansı klinik genellenebilirliği tek başına göstermemektedir. Bu çalışma, alanı haritalamayı ve klinik uygulamaya geçişe hazırlığı yansıtan açık özet düzeyi raporlama göstergelerini nicel olarak değerlendirmeyi amaçladı.

Yöntem: Web of Science Core Collection 11 Ağustos 2026 tarihinde, yapay zekâ ve ilişkili yöntemlerin dentomaksillofasiyal radyolojik görüntülemeye uygulanmasını içeren İngilizce makaleler için tarandı. Kayıtlar Web of Science erişim numarası ve dijital nesne tanımlayıcısına göre tekilleştirildi. Radyolojik olmayan, alan dışı, derleme, ampirik olmayan ve yalnız radyoterapiye odaklanan kayıtlar dışlandı. Uygun makaleler görüntüleme modalitesi ve yapay zekâ ailesine göre sınıflandırıldı. Konservatif metin madenciliği ve manuel aday denetimiyle dış doğrulama, çok merkezli veri/tasarım, prospektif değerlendirme, açıklanabilirlik ve kalibrasyonun açık raporlanması belirlendi. Dış doğrulamanın zamansal eğilimi 2018-2025 için lojistik regresyonla değerlendirildi; 2026 kısmi yıl olarak tanımlayıcı ele alındı.

Bulgular: Tekilleştirilmiş 2.953 makalenin 1.940'ı uygun bulundu. Panoramik radyografi (%42,0) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (%33,3) en sık modalitelerdi; çalışmaların %72,8'inde derin öğrenme veya evrişimsel sinir ağı terminolojisi yer aldı. Dış doğrulama 39 (%2,0), çok merkezli veri/tasarım 34 (%1,8), prospektif değerlendirme 7 (%0,4), açıklanabilirlik 69 (%3,6) ve kalibrasyon 7 (%0,4) çalışmada açıkça bildirildi. Dış doğrulama raporlaması 2018-2020'de %0 iken 2025'te %2,6 ve 2026 yılbaşından tarama tarihine kadar %2,9 oldu. 2018-2025 eğilimi artış yönündeydi ancak istatistiksel anlamlılığa ulaşmadı (yıl başına olasılık oranı 1,31; %95 güven aralığı 0,99-1,74; p=0,062).

Sonuç: Hızlı literatür büyümesine karşın dış doğrulama, çok merkezli değerlendirme, prospektif test ve kalibrasyona ilişkin açık özet düzeyi göstergeleri seyrek kalmıştır. Klinik uygulamaya geçiş için daha güçlü bağımsız doğrulama ve gerçek yaşam değerlendirmeleri gereklidir.

Anahtar Kelimeler: yapay zekâ; dentomaksillofasiyal radyoloji; bibliyometri; dış doğrulama; açıklanabilir yapay zekâ.

ABSTRACT

Background and Aim: Artificial intelligence research in dentomaxillofacial imaging is expanding rapidly, but high internal model performance does not necessarily demonstrate clinical generalizability. This study mapped the field and quantified explicit abstract-level reporting signals related to translational readiness.

Methods: Web of Science Core Collection was searched on 11 August 2026 for English-language articles applying artificial intelligence and related methods to dentomaxillofacial radiological imaging. Records were deduplicated by Web of Science accession number and digital object identifier. Non-radiological, out-of-scope, review, non-empirical, and radiotherapy-only records were excluded. Eligible articles were classified by imaging modality and artificial intelligence family. Conservative text-mining rules with manual audit of candidate positives identified explicit reporting of external validation, multicentre data/design, prospective evaluation, explainability, and calibration. The temporal trend in external-validation reporting was evaluated by logistic regression for 2018-2025; 2026 was treated descriptively as a partial year.

Results: Of 2,953 unique articles, 1,940 were eligible. Panoramic radiography (42.0%) and cone-beam computed tomography (33.3%) predominated, while 72.8% contained deep-learning or convolutional-neural-network terminology. External validation was explicitly reported in 39 studies (2.0%), multicentre data/design in 34 (1.8%), prospective evaluation in 7 (0.4%), explainability in 69 (3.6%), and calibration in 7 (0.4%). External-validation reporting was 0% in 2018-2020, 2.6% in 2025, and 2.9% in 2026 year-to-date. The 2018-2025 trend suggested an increase but did not reach conventional statistical significance (odds ratio per year, 1.31; 95% confidence interval, 0.99-1.74; p=0.062).

Conclusion: Despite rapid literature growth, explicit abstract-level signals of external validation, multicentre evaluation, prospective testing, and calibration remained uncommon. Clinical translation will require stronger independent validation and real-world evaluation.

Keywords: artificial intelligence; dentomaxillofacial radiology; bibliometrics; external validation; explainable artificial intelligence.

SUSTAINABLE DENTISTRY: TRANSFORMING ORAL HEALTHCARE FOR A GREENER FUTURE

Aayan Mustafa

Student, Faculty of Dentistry, Istanbul Gelisim University

ORCID 0009-0005-7437-0666

Dr. Hina Zahoor

Assistant Professor, Faculty of Health Sciences, Istanbul Gelisim University

ORCID 0000-0003-2322-5678

Dr. Nasir Mustafa

Assistant Professor, Faculty of Health Sciences, Istanbul Gelisim University,

ORCID 0000-0002-5821-9297

Abstract

Growing environmental concerns have highlighted the need for healthcare systems to adopt more sustainable practices. Dentistry contributes to environmental pressures through the consumption of energy, water, plastics, pharmaceuticals, dental materials, and laboratory resources. Sustainable dentistry therefore requires environmentally responsible approaches across clinical practice, prevention, procurement, waste management, and education. This study aims to explore key environmental sustainability challenges in dentistry and identify practical strategies for developing greener oral healthcare practices. A narrative review was conducted to examine the emerging literature on sustainability in dentistry, focusing on greenhouse gas emissions, dental materials, single-use plastics, waste generation, antibiotic use, nitrous oxide, preventive oral healthcare, prosthodontic procedures, and digital technologies. The findings indicate that sustainable dentistry can be promoted through preventive care, efficient resource utilization, responsible material selection, waste reduction, and environmentally conscious clinical decision-making. Prosthodontic procedures generate substantial environmental impacts due to the use of metals, ceramics, polymers, gypsum, and wax. Digital dentistry offers opportunities to reduce material consumption and improve workflow efficiency. Sustainable procurement, appropriate waste segregation, reduction of unnecessary single-use products, responsible pharmaceutical use, and stronger collaboration between dental practices and laboratories can further reduce environmental pressures. Sustainable dentistry requires a whole-system approach that integrates environmental responsibility with high-quality patient care.

Keywords: Sustainable dentistry; Environmental sustainability; Dental waste management; Greenhouse gas emissions; Digital dentistry

Özet

Artan çevresel kaygılar, sağlık sistemlerinin daha sürdürülebilir uygulamaları benimsemesi ihtiyacını vurgulamıştır. Diş hekimliği, enerji, su, plastik, ilaç, diş malzemeleri ve

laboratuvar kaynaklarının tüketimi yoluyla çevresel baskılara katkıda bulunur. Bu nedenle sürdürülebilir diş hekimliği, klinik uygulama, önleme, tedarik, atık yönetimi ve eğitim genelinde çevreye duyarlı yaklaşımlar gerektirir. Bu çalışma, diş hekimliğinde temel çevresel sürdürülebilirlik zorluklarını araştırmayı ve daha yeşil ağız sağlığı uygulamaları geliştirmek için pratik stratejiler belirlemeyi amaçlamaktadır. Diş hekimliğinde sürdürülebilirlik üzerine ortaya çıkan literatürü incelemek için anlatısal bir inceleme yapılmıştır. İnceleme, sera gazı emisyonları, diş malzemeleri, tek kullanımlık plastikler, atık üretimi, antibiyotik kullanımı, azot oksit, önleyici ağız sağlığı bakımı, protez işlemleri ve dijital teknolojilere odaklanmıştır. Bulgular, sürdürülebilir diş hekimliğinin önleyici bakım, verimli kaynak kullanımı, sorumlu malzeme seçimi, atık azaltma ve çevreye duyarlı klinik karar verme yoluyla teşvik edilebileceğini göstermektedir. Sürdürülebilir diş hekimliği, çevresel sorumluluğu yüksek kaliteli hasta bakımıyla bütünleştiren bütünsel bir sistem yaklaşımı gerektirir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir diş hekimliği; Çevresel sürdürülebilirlik; Diş atığı yönetimi; Sera gazı emisyonları; Dijital diş hekimliği

1. Introduction

Anthropogenic activities have driven severe global environmental and climate disruptions, resulting in unprecedented increases in global mean temperatures, severe weather patterns, and ongoing ecosystem degradation (Hackley & Luca, 2024). Healthcare is intricately linked to these challenges; while representing roughly 10% of the world's economy, the global healthcare sector generates between 4.4% and 5% of net greenhouse gas emissions, functioning as an immense consumer of natural resources and energy (Hackley & Luca, 2024). In the United States alone, the healthcare sector accounts for approximately 8.5% of total national greenhouse gas emissions, representing the highest absolute healthcare carbon output globally (Hackley & Luca, 2024).

Within this broad health-system context, sustainable dentistry has emerged as an essential discipline dedicated to mitigating the ecological impact of oral healthcare (Hackley & Luca, 2024; Martin et al., 2021). Dentistry maintains an expansive environmental footprint resulting from intensive electrical energy consumption, municipal water usage, high reliance on single-use plastics, toxic chemical waste generation, and the routine prescription of pharmaceuticals (Hackley & Luca, 2024). Oral healthcare professionals carry an ethical imperative to implement sustainability because clinical delivery directly affects planetary boundaries, while environmental degradation adversely impacts human health outcomes (Guerra et al., 2025; Hackley & Luca, 2024). The rationale for this paper centers on addressing the gap between conceptual sustainability awareness and daily clinical implementation. The aim of this review is therefore to evaluate the primary environmental challenges associated with dental practice — emissions, materials, prosthodontics, waste, and digital workflows — and to synthesize evidence-based strategies supporting a global transition toward greener oral healthcare.

2. Conceptualizing Sustainability in Dentistry

Sustainable dentistry is defined as the provision of high-standard, evidence-based oral healthcare that meets current health needs while actively preserving natural ecosystems and planetary resources for future generations (Hackley & Luca, 2024). Conceptualizing sustainability requires recognizing the triple bottom line of environmental, social, and economic dimensions. The environmental pillar focuses on carbon mitigation, resource

conservation, and non-hazardous waste diversion; the economic pillar emphasizes long-term cost-effectiveness and practice viability; and the social pillar centers on disease prevention, health equity, and patient-reported quality of life (Hackley & Luca, 2024).

This tripartite concept directly aligns oral health systems with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 3 (Good Health and Well-Being), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 13 (Climate Action) (Guerra et al., 2025). Achieving these goals necessitates a systemic transition governed by the principles of environmentally responsible dental practice, including establishing circular economy frameworks, reducing dependency on virgin raw materials, eliminating superfluous single-use supplies, and delivering patient-centered care through minimally invasive and preventative clinical pathways (Antoniadou et al., 2021; Guerra et al., 2025).

3. Environmental Footprint of Dental Practice

The environmental footprint of oral healthcare spans multiple operational spheres, beginning with greenhouse gas emissions categorized across Scope 1 (direct facility emissions, including waste anesthetic gases), Scope 2 (indirect emissions from purchased electricity and municipal heating), and Scope 3 (indirect emissions from supply-chain production, procurement, waste processing, and travel) (Duane et al., 2017). Dental operatories consume extensive electrical energy to power continuous ambient lighting, high-volume suction systems, autoclaves, ultrasonic baths, computational infrastructure, and operatory dental units (Hackley & Luca, 2024). Water consumption is similarly intensive, driven by automated instrument washers, patient spittoons, continuous ultrasonic scaling irrigation, and domestic hygiene facilities (Hackley & Luca, 2024).

Transportation represents the largest individual driver of dental carbon emissions, with patient commuting, staff travel, and laboratory delivery logistics generating roughly 65% of the sector's total carbon footprint (Duane et al., 2017). Furthermore, the fabrication, distribution, and clinical placement of non-renewable dental biomaterials consume large amounts of embodied energy and mineral resources (De Bortoli et al., 2019). The widespread adoption of single-use disposable products for cross-infection control compounds this footprint, generating voluminous biomedical and solid domestic waste streams that require intensive thermal or chemical disposal (Byrne et al., 2022; Hackley & Luca, 2024).

4. Major Environmental Challenges in Dentistry

4.1 Dental Waste Management

Managing clinical solid waste remains a complex operational challenge in dentistry (Antoniadou et al., 2021). Solid waste generated within dental facilities is broadly divided into non-hazardous general domestic waste and regulated hazardous biomedical waste. Remarkably, 75% to 90% of all waste produced in healthcare environments is non-infectious, comprising domestic packaging, administrative paper, cardboard, and clean plastics (Antoniadou et al., 2021). Regulated hazardous waste consists of anatomical waste, sharps, blood-saturated textiles, scrap dental amalgam containing elemental mercury, lead foils from conventional radiography, and silver-rich spent fixer solutions (Antoniadou et al., 2021; Hackley & Luca, 2024).

A major issue is inaccurate waste segregation; due to a lack of staff training or accessible facilities, substantial volumes of uncontaminated domestic waste are erroneously discarded into hazardous waste bins. This failure subjects benign materials to energy-intensive high-temperature incineration or centralized autoclaving, which escalates clinic operational costs and releases secondary atmospheric pollutants, including dioxins and greenhouse gases (Antoniadou et al., 2021). Implementing structured waste audits, accessible multi-bin segregation systems, and comprehensive team education can divert recyclable domestic fractions away from regulated incinerators into municipal recycling streams (Antoniadou et al., 2021; Di Spirito et al., 2025).

4.2 Plastics and Single-Use Materials

The reliance on single-use plastics (SUPs) has escalated across dentistry, particularly following heightened infection-control protocols after COVID-19 (Hackley & Luca, 2024). On average, a standard dental clinical procedure utilizes approximately 21 separate single-use plastic items, including disposable barrier sleeves, saliva ejectors, plastic cups, patient bibs, and syringe tips (Byrne et al., 2022). Commercial dental products are additionally supplied in complex, non-biodegradable multi-layer plastic packaging, locking the profession into a linear "take-make-dispose" lifecycle that depletes fossil-fuel reserves and overwhelms municipal landfills (Hackley & Luca, 2024).

Opportunities for plastic mitigation include replacing single-use items with autoclavable stainless-steel instruments, adopting washable cloth surface covers or fully recyclable aluminum-foil barriers, and procuring products in bulk with minimal plastic wrapping (Byrne et al., 2022; Unger & Landis, 2014). Life-cycle comparisons of reusable versus disposable dental examination kits show that reusable instrumentation can substantially reduce lifetime plastic waste and associated emissions compared with single-use equivalents (Byrne et al., 2022).

4.3 Dental Materials

The procurement, manipulation, and disposal of restorative and prosthetic biomaterials carry notable environmental implications across their lifecycles (De Bortoli et al., 2019; Smith et al., 2023). Dental metallic alloys — including cobalt-chromium, nickel-chromium, titanium, and noble precious formulations — require intensive raw mineral extraction and smelting, generating significant carbon emissions, land degradation, and ecotoxicity (De Bortoli et al., 2019). Dental amalgam represents the highest environmental burden among direct restorative materials due to persistent mercury pollution; in accordance with the global Minamata Convention on Mercury, dental systems are actively phasing down its use in favor of adhesive restorations (Hackley & Luca, 2024).

Ceramic biomaterials such as yttria-stabilized zirconia and lithium disilicate demonstrate lower raw-material ecological toxicity than metals, although their thermal sintering cycles require substantial electrical energy (De Bortoli et al., 2019; Smith et al., 2023). Resin polymers and methacrylate-based composites pose distinct ecological challenges: during finishing, polishing, and restoration replacement, fine composite microparticles and unreacted monomers such as bisphenol A enter dental wastewater (Mulligan et al., 2022). These microparticles bypass standard clinical filtration and municipal wastewater facilities, persisting as organic pollutants with potential endocrine-disrupting toxicity in aquatic ecosystems (Mulligan et al., 2022). Conventional auxiliary materials, including large volumes of gypsum dental stone and petrochemical waxes, are used once and discarded as non-recyclable landfill waste. Sustainable material selection therefore requires comprehensive life-cycle assessments to ensure that selected restorative materials provide optimal clinical survival, minimizing premature replacement cycles (Smith et al., 2023).

4.4 Nitrous Oxide and Greenhouse Gases

Nitrous oxide (N2O) is widely utilized in pediatric dentistry and dental surgery for conscious sedation, pain management, and anxiety reduction (Hackley & Luca, 2024). Despite its clinical safety and efficacy, nitrous oxide is a highly potent greenhouse gas with a global warming potential approximately 265 to 270 times greater than that of carbon dioxide over a 100-year timescale, remaining active in the atmosphere for over a century (Hackley & Luca, 2024). In clinical practice, N2O is not metabolized by the human body; it is exhaled unchanged and expelled through operatory scavenging systems directly into the ambient environment. Major systemic emissions also originate from undetected leaks in central manifold piping infrastructures and improper cylinder storage (Hackley & Luca, 2024).

To minimize the environmental footprint of inhalation sedation, dental practices must exercise stringent clinical case selection, limiting nitrous oxide administration to patients with clear clinical necessity and optimizing intraoperative chairside delivery times (Hackley & Luca, 2024). Facilities should transition away from high-leak central piping installations toward inspected portable units and conduct regular pipeline pressure maintenance. Downstream emissions can be actively mitigated by adopting catalytic scavenging ("cracking") systems, which chemically dissociate exhaled N2O into harmless nitrogen and oxygen prior to environmental release, reducing atmospheric emissions by over 70% (Hackley & Luca, 2024).

4.5 Antibiotic Use

Dentists play a substantial role in pharmaceutical stewardship, generating roughly 10% of all global outpatient antibiotic prescriptions (Hackley & Luca, 2024). Substantial evidence indicates that antibiotics are frequently overprescribed or inappropriately prescribed in dental settings for conditions that do not warrant antimicrobial therapy — such as localized irreversible pulpitis and periapical abscesses treatable by local surgical drainage — often driven by diagnostic uncertainty, lack of clinical time, or patient pressure (Hackley & Luca, 2024).

Overprescribing and incorrect dosing fuel global antimicrobial resistance, rendering standard therapies less effective against resilient pathogenic strains. Simultaneously, the biological excretion and improper domestic disposal of unused pharmaceutical formulations introduce active antibiotic residues into municipal waterways and agricultural soils, interfering with ecological biota and promoting environmental reservoirs of resistant bacteria (Hackley & Luca, 2024). Practicing sustainable dentistry requires strict adherence to evidence-based prescribing guidelines, rigorous antimicrobial stewardship protocols, definitive local operative treatment, and patient instruction on the safe disposal of unused medications (Hackley & Luca, 2024).

5. Sustainability in Prosthodontics

Prosthodontics is one of the dental disciplines with the highest environmental impact, largely due to the carbon intensity and multi-step material consumption required to construct individual prostheses (De Bortoli et al., 2019; Smith et al., 2023). Comparative life-cycle assessment data indicate that fabricating a metal-framework removable partial denture generates roughly ten times the carbon footprint of a standard dental examination, with acrylic resin complete dentures and full-coverage crowns also producing substantially higher emissions than routine diagnostic visits (Smith et al., 2023). Representative comparative figures are summarized in Table 1.

Table 1. Comparative carbon footprint of restorative and prosthodontic procedures (adapted from Smith et al., 2023; De Bortoli et al., 2019).

Procedure	**Carbon footprint (kgCO2e)**
Dental examination	5.50
Non-precious metal crown	35.17
All-ceramic crown	36.64
Precious-alloy crown	43.81
Acrylic resin complete denture	58.16
Metal-framework removable partial denture	70.52

The environmental burden of conventional prosthodontics arises from intensive laboratory operations involving burn-out furnaces, casting machines, induction casting units, curing baths, and high-heat sintering kilns (De Bortoli et al., 2019). These workflows consume large quantities of elastomeric impression materials, gypsum dental stone, refractory investments, articulators, utility waxes, and chemical separation fluids, most of which cannot be recycled and are discarded after single use. Fabricating a conventional prosthesis also requires multiple clinical appointments for impressions, wax jaw-relation registrations, framework try-ins, and final insertion, necessitating frequent physical transportation of models and restorations between dental clinics and commercial laboratories and amplifying fossil-fuel consumption and carbon emissions (Duane et al., 2017; Smith et al., 2023). Sustainable prosthodontic workflows aim to shorten these supply chains by partnering with local dental laboratories, consolidating courier routes, and utilizing high-quality restorative materials that maximize long-term prosthesis survival to avoid premature clinical failure and remanufacture (Smith et al., 2023).

6. Digital Dentistry and Sustainability

The widespread integration of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) workflows represents a major technological opportunity for environmental optimization in restorative and prosthetic dentistry (Di Spirito et al., 2025; Guerra et al., 2025). Intraoral scanning replaces conventional non-biodegradable elastomeric impression materials — such as polyvinyl siloxanes and polyethers that require over 20 years to degrade in landfills — eliminates single-use plastic impression trays, and enhances patient comfort. Digital treatment-planning tools and virtual cast analysis allow clinicians to perform smile design, occlusion evaluation, and surgical planning electronically, eliminating the consumption of diagnostic stone casts and articulating wax (Di Spirito et al., 2025).

Within manufacturing, additive manufacturing (3D printing) constructs objects incrementally layer-by-layer, curtailing the physical material scrap typical of subtractive milling processes. Transferring digital STL datasets electronically over cloud networks eliminates courier transportation between clinics and laboratories, directly reducing Scope 3 transportation emissions (Guerra et al., 2025). Material-science innovations are expanding digital sustainability through bio-based photopolymerizable resins — such as soybean-oil-derived resins for printing dental models, which show reduced environmental impact across most life-cycle-assessment categories compared with conventional petroleum-based resins (Rajan et al., 2022) — modified polylactic acid (PLA) polymers, and techniques to recycle unreacted zirconia slurries.

However, digital dental technologies also carry environmental trade-offs. Additive and subtractive manufacturing units consume considerable electrical energy, emit hazardous airborne volatile organic compounds during resin photopolymerization, and require chemical solvent baths (such as isopropyl alcohol) for post-processing washing and sintering. The manufacture and eventual disposal of complex electronic scanners and milling units also contribute to global electronic waste (Rajan et al., 2022). Realizing the true environmental benefits of digital dentistry therefore requires renewable energy sources, proper chemical-solvent disposal, energy-efficient operational settings, and multi-practice equipment-sharing business models (Di Spirito et al., 2025).

7. Prevention as a Sustainability Strategy

Preventive oral healthcare represents the most powerful, cost-effective, and ecologically sound strategy for sustainable dentistry (Hackley & Luca, 2024). Dental caries, periodontal disease, and oral malignancies are largely preventable non-communicable diseases, yet they collectively affect nearly 3.5 billion people worldwide, placing sustained demands on restorative healthcare systems (Hackley & Luca, 2024). Every operative dental intervention — whether placing an adhesive composite restoration, performing endodontic instrumentation, or fabricating a fixed crown — demands significant natural resources, energy, single-use plastics, and transportation. Environmental modeling shows that managing patients with high dental-disease experience produces substantially more carbon emissions and single-use plastic waste over a lifetime than maintaining low disease activity through preventive care (Hackley & Luca, 2024).

Promoting population-level oral health through community water fluoridation, targeted topical fluoride-varnish applications, and pit-and-fissure sealants effectively halts early enamel demineralization before irreversible cavitation occurs. Proactive periodontal screening, scaling, and oral-hygiene instruction preserve the natural periodontal attachment, eliminating the need for extensive surgical therapies or tooth replacements (Hackley & Luca, 2024). Educating patients on reducing risk factors shared with other major non-communicable diseases — high sugar consumption, tobacco use, and alcohol misuse — reduces the overall systemic disease burden and its associated healthcare footprint. By investing in prevention and early non-invasive intervention, dental professionals avoid repetitive restorative cycles, conserving raw materials, reducing clinical waste, and achieving genuine environmental sustainability (Hackley & Luca, 2024).

8. Strategies for Sustainable Dental Practice

Transitioning a dental facility toward environmental sustainability requires integrating actionable interventions across administrative, operational, and clinical domains (Antoniadou et al., 2021; Di Spirito et al., 2025). Practices should establish green procurement policies that prioritize suppliers committed to verified Environmental, Social, and Governance standards, bulk product ordering, and minimal, recyclable or biodegradable packaging. Operational energy efficiency can be achieved through low-energy LED lighting, programmable smart thermostats, high-efficiency autoclaves, and on-site renewable energy sources such as rooftop solar. Water-conservation measures should include low-flow faucet aerators, motion-activated taps, and closed-loop or dry vacuum suction pumps (Hackley & Luca, 2024).

Waste-reduction and circular-economy initiatives should focus on replacing disposable examination kits, impression trays, and burs with validated reusable stainless-steel alternatives, and operating autoclaves and washer-disinfectors only at full-load capacity (Byrne et al., 2022; Unger & Landis, 2014). This aligns with the 4R framework — Reduce,

Reuse, Rethink, and Recycle — increasingly proposed for dental and periodontal waste management (Di Spirito et al., 2025). Clinics must establish separate, clearly marked recycling streams for administrative paper, cardboard, clean packaging plastics, glass, and scrap metals, while filtering solid composite, amalgam, and alloy particulate matter from wastewater lines before municipal discharge (Antoniadou et al., 2021; Mulligan et al., 2022). Infection-control protocols should incorporate lower-ecotoxicity disinfectants and reusable cloth or recyclable aluminum-foil barriers where clinically compliant. Practices can further reduce transportation emissions by combining family appointments, using teledentistry for remote post-operative evaluations, and encouraging active commuting (Duane et al., 2017). Appointing a designated clinic sustainability officer and holding regular green-training workshops supports long-term team compliance (Martin et al., 2021).

9. Role of the Oral Healthcare Team

Achieving meaningful environmental sustainability requires coordinated action across every member of the dental team (Martin et al., 2021). Dentists serve as primary clinical leaders, responsible for designing conservative treatment plans, applying minimally invasive concepts, enforcing antimicrobial stewardship, and selecting durable, biocompatible dental materials that minimize premature re-treatment (Hackley & Luca, 2024; Smith et al., 2023). Dental hygienists spearhead preventive oral-disease management, deliver oral-hygiene education, recommend sustainable home-care aids, and perform non-surgical periodontal therapy to maintain natural dentition (Hackley & Luca, 2024).

Dental assistants maintain meticulous waste segregation at the chairside, prevent domestic waste from contaminating hazardous bins, optimize autoclave loading cycles, and monitor inventory to prevent material expiration and waste (Antoniadou et al., 2021). Dental laboratory technicians drive sustainability by mastering digital CAD/CAM systems, minimizing gypsum and investment waste, recycling alloy scraps, and safely managing technical chemicals (De Bortoli et al., 2019). Dental practice managers oversee green procurement logistics, coordinate consolidated scheduling, track utility consumption, and steer clinics toward green facility certifications such as LEED (Martin et al., 2021). Patients participate by committing to preventive self-care, using active or public transportation, supporting digital communication, and recycling oral-care packaging. Interprofessional collaboration among clinicians, hygienists, assistants, technicians, office managers, and industry suppliers is essential to embed sustainability into daily oral healthcare delivery (Martin et al., 2021).

10. Framework for Implementing Sustainable Dentistry

To operationalize sustainability systematically within dental organizations, clinics can adopt a continuous quality-improvement framework: Assess, Plan, Implement, Monitor, and Improve (Duane et al., 2020a, 2020b). The five phases and their core activities are summarized in Table 2.

Table 2. The Assess–Plan–Implement–Monitor–Improve framework for sustainable dental practice (adapted from Duane et al., 2020a, 2020b).

Phase	Core activity
Assess	Baseline environmental audit: electricity and water use, single-use plastic items per procedure, hazardous vs. domestic waste weight, staff/patient commuting distances.
Plan	Identify high-impact priority areas from the audit and set measurable targets (e.g., 40% reduction in single-use plastics; paperless billing within 12 months).
Implement	Deploy interventions: intraoral scanners, multi-stream recycling bins, reusable stainless-steel kits, teledentistry triage, green-certified suppliers.
Monitor	Sustainability officer runs regular waste audits, reviews utility bills, tracks procurement, checks compliance against tools such as the FDI Sustainability in Dentistry Toolkit.
Improve	Refine workflows using performance data; adopt validated bio-based materials; update protocols; share outcomes with patients and the professional community.

In the Assess phase, the dental team performs a baseline environmental audit of the practice. In the Plan phase, the practice analyzes these baseline data to identify high-impact priority areas, such as excessive incineration costs from improper waste sorting, and establishes clear, measurable sustainability targets (Duane et al., 2020a). During the Implement phase, targeted clinical and administrative interventions are deployed. In the Monitor phase, the designated sustainability officer conducts regular audits and evaluates team compliance using interactive tools such as the FDI Sustainability in Dentistry Toolkit (Hackley & Luca, 2024). Finally, in the Improve phase, the practice refines its workflows based on empirical performance data and shares outcomes with patients and the wider professional community to foster continuous ecological enhancement (Duane et al., 2020b).

11. Barriers to Sustainable Dentistry

Despite rising interest, dental teams encounter substantial barriers when implementing environmentally sustainable practices (Martin et al., 2021). Financial and cost considerations represent a primary obstacle, as the initial capital investment required for high-end digital CAD/CAM equipment, catalytic nitrous-oxide destructors, and energy-efficient building infrastructure can be prohibitive for small, independent practices. There remains a widespread lack of awareness and formal sustainability education; many practicing dentists and students express a desire to work sustainably but report receiving no structured training on planetary health or carbon accounting during their university education (Martin et al., 2021).

Infection-control requirements and post-pandemic clinical regulations present further challenges, as fear of cross-contamination often drives excessive reliance on disposable single-use plastic barriers and diagnostic items (Hackley & Luca, 2024). The limited commercial availability and higher cost of certified bio-based dental materials and biodegradable clinical alternatives restrict green procurement choices (Rajan et al., 2022). Regulatory limitations and rigid municipal waste-disposal legislation frequently mandate the costly disposal of non-infectious healthcare items as regulated biomedical waste

(Antoniadou et al., 2021). Organizational inertia and a lack of standardized environmental indicators and recognized eco-labels make it difficult for practitioners to evaluate the true ecological footprint of dental supplies and track improvements over time (Martin et al., 2021).

12. Opportunities and Future Directions

The transition toward sustainable dentistry presents transformative opportunities for research, innovation, and clinical education (Guerra et al., 2025; Martin et al., 2021). A critical priority is embedding environmental sustainability and planetary health into modern dental-school curricula, equipping future clinicians with the knowledge and leadership skills necessary to manage green practices. In clinical infrastructure, constructing green dental practices certified through internationally recognized frameworks such as LEED establishes energy-efficient, resilient treatment spaces (Hackley & Luca, 2024).

Advancing circular-economy approaches in dentistry requires collaboration with manufacturers to establish closed-loop recycling systems for dental plastics, packaging, and discarded instruments (Antoniadou et al., 2021). In dental-materials science, the development of sustainable, bio-based 3D-printing resins, biodegradable polymer matrices, and recyclable ceramic slurries provides a viable path to reduce reliance on petroleum derivatives and virgin minerals (Rajan et al., 2022). Cloud-connected digital platforms will continue to streamline multi-site dental workflows, reducing material consumption and transportation burdens (Di Spirito et al., 2025). Expanded research using comprehensive life-cycle sustainability assessments is needed to generate empirical data on emerging clinical technologies (Smith et al., 2023). Professional dental organizations must establish unified clinical guidelines, green-practice certifications, and patient-engagement initiatives to make environmental accountability a universal standard across oral healthcare (Guerra et al., 2025).

13. Discussion

The evidence reviewed demonstrates that oral healthcare generates a significant ecological footprint driven by patient and staff transportation, intense electrical and water consumption, extensive single-use plastic waste, non-renewable material usage, and pharmaceutical pollution (Duane et al., 2017; Hackley & Luca, 2024). Compared with historical approaches that focused narrowly on post-use domestic waste recycling, contemporary sustainability requires a comprehensive, whole-systems approach that integrates upstream green procurement, Scope 1–3 carbon-footprint reduction, digital CAD/CAM workflows, strict waste segregation, and proactive disease prevention (Duane et al., 2020b; Martin et al., 2021).

For oral health professionals, these findings emphasize that clinical excellence and environmental responsibility are mutually reinforcing. Prioritizing prevention, executing high-longevity restorative therapies, and adhering to antibiotic stewardship directly reduce disease burden, patient travel, and resource expenditure (Hackley & Luca, 2024). For educational institutions, dental faculties must integrate planetary health, carbon accounting, and waste-management competencies into training programs to foster future eco-ethical leaders (Guerra et al., 2025). For policymakers and professional associations, establishing standardized eco-certifications, funding green-technology transitions, and reforming clinical waste regulations will accelerate systemic change (Martin et al., 2021). In practical terms, straightforward actions such as consolidating appointments, switching to reusable stainless-steel diagnostic kits, and using digital impressions allow practices to achieve

immediate, measurable reductions in operating costs and environmental burdens (Byrne et al., 2022; Di Spirito et al., 2025).

14. Conclusion

This narrative review highlights that dentistry contributes measurably to global environmental pressures through fossil-fuel-driven transport, electrical energy and water usage, high reliance on single-use plastics, complex biomaterials, and pharmaceutical waste (Duane et al., 2017; Hackley & Luca, 2024). Environmental sustainability can be achieved through disease prevention, digital dentistry, circular waste management, sustainable procurement, and responsible clinical decision-making (Di Spirito et al., 2025; Hackley & Luca, 2024). Integrating sustainability into routine clinical practice is vital for aligning oral healthcare with planetary boundaries while preserving clinical safety and patient outcomes (Guerra et al., 2025). Moving forward, the dental profession must embrace interprofessional leadership, curricular reform, technological innovation, and cross-sector collaboration to transform oral healthcare for a greener, more sustainable future.

15. Practical Recommendations

Dental clinics should implement multi-bin waste segregation to ensure non-infectious domestic items are diverted away from hazardous waste streams, perform regular waste audits, transition to LED lighting and dry vacuum pumps, consolidate patient appointments, and promote paperless administration (Antoniadou et al., 2021; Duane et al., 2017). Dental professionals should prioritize preventive and minimally invasive interventions, strictly follow antibiotic-stewardship guidelines, adopt validated reusable stainless-steel instruments, and regularly monitor nitrous-oxide delivery lines for leaks (Hackley & Luca, 2024; Unger & Landis, 2014).

Dental schools must incorporate formal planetary-health, carbon-modeling, and sustainability modules into accreditation standards, while establishing green clinical practices on campus to serve as models for students and local communities (Guerra et al., 2025; Martin et al., 2021). Dental laboratories should integrate digital CAD/CAM workflows, optimize batching schedules for furnaces and sintering ovens, reprocess scrap alloys, minimize gypsum model waste, and explore bio-based printing materials (De Bortoli et al., 2019; Rajan et al., 2022). Finally, policymakers and regulatory agencies must develop standardized environmental certifications for dental supplies, support financial incentives for green dental-infrastructure retrofits, and align infection-control and biomedical-waste regulations with modern ecological standards (Di Spirito et al., 2025; Martin et al., 2021).

16. Limitations

This review has methodological limitations inherent to the narrative-review format, as it synthesizes broad thematic evidence without performing quantitative meta-analysis, which may introduce selection bias. The available empirical literature and life-cycle assessments in dentistry remain limited in geographic scope and exhibit methodological variation across healthcare jurisdictions (Smith et al., 2023). There is also a lack of universally standardized environmental indicators and calibrated sustainability metrics tailored to clinical dental environments (Martin et al., 2021). Further primary empirical research and comprehensive life-cycle sustainability assessments evaluating emerging digital biomaterials and green clinical interventions are required to expand the dental-sustainability evidence base.

References

Antoniadou, M., Varzakas, T., & Tzoutzas, I. (2021). Circular economy in conjunction with treatment methodologies in the biomedical and dental waste sectors. Circular Economy and Sustainability, 1(2), 563–592. https://doi.org/10.1007/s43615-021-00030-9

Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Duane, B. (2021). The life cycle analysis of a dental examination: Quantifying the environmental burden of an examination in a hypothetical dental practice. Community Dentistry and Oral Epidemiology, 49(6), 581–593. https://doi.org/10.1111/cdoe.12683

Byrne, D., Saget, S., Davidson, A., Haneef, H., Abdeldaim, T., Almudahkah, A., & Duane, B. (2022). Comparing the environmental impact of reusable and disposable dental examination kits: A life cycle assessment approach. British Dental Journal, 233(4), 317–325. https://doi.org/10.1038/s41415-022-4912-4

De Bortoli, L. S., Schabbach, L. M., Fredel, M. C., & Hotza, D. (2019). Ecological footprint of biomaterials for implant dentistry: Is the metal-free practice an eco-friendly shift? Journal of Cleaner Production, 213, 723–732. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.189

Di Spirito, F., Giordano, F., Di Palo, M. P., De Benedetto, G., Aulisio, L., & Boccia, G. (2025). Sustainable dental and periodontal practice: A narrative review on the 4R-framework — Reduce, Reuse, Rethink, Recycle — and waste management rationalization. Dentistry Journal, 13(9), 392. https://doi.org/10.3390/dj13090392

Duane, B., Ashley, P., Saget, S., Richards, D., Pasdeki-Clewer, E., & Lyne, A. (2020a). Incorporating sustainability into assessment of oral health interventions. British Dental Journal, 229(5), 310–314. https://doi.org/10.1038/s41415-020-1993-9

Duane, B., Lee, M. B., White, S., Stancliffe, R., & Steinbach, I. (2017). An estimated carbon footprint of NHS primary dental care within England. How can dentistry be more environmentally sustainable? British Dental Journal, 223(8), 589–593. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.839

Duane, B., Stancliffe, R., Miller, F. A., Sherman, J., & Pasdeki-Clewer, E. (2020b). Sustainability in dentistry: A multifaceted approach needed. Journal of Dental Research, 99(9), 998–1003. https://doi.org/10.1177/0022034520924714

Guerra, M., Morgado, M., Leira, Y., Leitão, T., Botelho, J., & Mendes, J. J. (2025). Integrating sustainability in dentistry: A pathway towards achieving the UN 2030 agenda. Frontiers in Oral Health, 6, Article 1549020. https://doi.org/10.3389/froh.2025.1549020

Hackley, D. M., & Luca, J. (2024). Sustainability in dentistry: An overview for oral healthcare team members. Journal of the California Dental Association, 52(1), Article 2422150. https://doi.org/10.1080/19424396.2024.2422150

Martin, N., Sheppard, M., Gorasia, G., Arora, P., Cooper, M., & Mulligan, S. (2021). Drivers, opportunities and best practice for sustainability in dentistry: A scoping review. Journal of Dentistry, 112, Article 103737. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103737

Mulligan, S., Hatton, P. V., & Martin, N. (2022). Resin-based composite materials: Elution and pollution. British Dental Journal, 232(9), 644–652. https://doi.org/10.1038/s41415-022-4240-8

Rajan, R., Rainosalo, E., Lebedevaite, M., Ostrauskaite, J., & Skrifvars, M. (2022). Life cycle assessment, optical 3D printing of dental models using acrylic resin based on soybean oils (Centria Reports 2814-8924, 1). Centria University of Applied Sciences.

Smith, L., Ali, M., Agrissais, M., & Mulligan, S. (2023). A comparative life cycle assessment of dental restorative materials. Dental Materials, 39(1), 13–24. https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.11.011

Unger, S. R., & Landis, A. E. (2014). Comparative life cycle assessment of reused versus disposable dental burs. The International Journal of Life Cycle Assessment, 19(9), 1623–1631. https://doi.org/10.1007/s11367-014-0770-3

DİREKT KOMPOZİT REZİN RESTORASYONLARIN TAMİRİNE YÖNELİK ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS IN THE REPAIR OF DIRECT COMPOSITE RESIN RESTORATIONS

Dr. Öğr. Üyesi Sema YAZICI AKBIYIK

Lokman Hekim Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0002-2134-7746

ÖZET

Giriş: Direkt kompozit rezin restorasyonların tamiri, restorasyonun tamamen yenilenmesine göre daha konservatif bir yaklaşımdır. Bu alandaki bilimsel gelişimin ve araştırma eğilimlerinin değerlendirilmesi, mevcut literatürün genel yapısının ortaya konmasına katkı sağlayabilir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, direkt kompozit rezin restorasyonların tamirine yönelik literatürün bibliyometrik özelliklerini ve temel araştırma eğilimlerini değerlendirmektir.

Yöntem: Web of Science Core Collection veri tabanında 22 Ağustos 2026 tarihinde, direkt kompozit rezin restorasyonlar ve tamir ile ilişkili terimler kullanılarak Topic alanında tarama yapıldı. Tarama İngilizce yayımlanmış makalelerle sınırlandırıldı. Elde edilen 107 kaydın başlık ve özetleri değerlendirildi ve direkt kompozit rezin restorasyonların tamirini doğrudan konu alan 38 çalışma analize dahil edildi. Yayın yılı, dergi, ülke ve atıf verileri değerlendirildi. Anahtar kelime eş-oluşum ve ülkeler arası ortak yazarlık ağları VOSviewer kullanılarak analiz edildi.

Bulgular: Analize dahil edilen 38 çalışma 1997–2026 yılları arasında yayımlanmış ve toplam 564 Web of Science atıfı almıştır. Makale başına ortalama atıf sayısı 14,84, medyan atıf sayısı 4'tür. En yüksek yıllık yayın sayısı 2025'te görülmüştür (n=5). En üretken dergiler Operative Dentistry ve Journal of Dentistry (n=5'er), en üretken ülke ise Brezilya'dır (n=9). Anahtar kelime analizinde "resin composite" ve "repair" merkezi kavramlar olarak belirlenmiştir. Yüzey işlemleri, adeziv uygulamalar, bağlanma dayanımı, silan, lazer, yaşlandırma ve tamir-yenileme öne çıkan araştırma temalarıdır. Zamansal analiz, güncel araştırmaların yüzey işlemleri ve adeziv stratejilere yöneldiğini göstermiştir.

Sonuç: Direkt kompozit rezin restorasyonların tamirine yönelik araştırmalar, laboratuvar temelli bağlanma ve yüzey işlemi çalışmalarının yanı sıra klinik tamir-yenileme yaklaşımlarını da kapsamaktadır. Son yıllardaki yayın aktivitesi, kompozit tamirinin güncelliğini koruyan bir araştırma alanı olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Bibliyometrik analiz, rezin kompozit, restorasyon tamiri, yüzey işlemi, restoratif diş hekimliği

ABSTRACT

Introduction: Repairing direct composite resin restorations is a more conservative approach compared to complete restoration replacement. Evaluating scientific developments and research trends in this field can contribute to presenting the overall structure of the current literature.

Aim: This study aimed to evaluate the bibliometric characteristics and major research trends of the literature on the repair of direct composite resin restorations.

Methods: The Web of Science Core Collection database was searched on August 22, 2026, using terms related to direct composite resin restorations and repair in the Topic field. The search was limited to articles published in English. The titles and abstracts of 107 records were screened, and 38 studies directly addressing the repair of direct composite resin restorations were included. Publication year, journal, country, and citation data were evaluated. Keyword co-occurrence and international co-authorship networks were analyzed using VOSviewer.

Results: The 38 included studies were published between 1997 and 2026 and received a total of 564 Web of Science citations. The mean number of citations per article was 14.84, with a median of 4. The highest annual publication output was observed in 2025 (n=5). Operative Dentistry and Journal of Dentistry were the most productive journals (n=5 each), while Brazil was the most productive country (n=9). “Resin composite” and “repair” were identified as central concepts in the keyword analysis. Surface treatments, adhesive applications, bond strength, silane, laser, aging, and repair-versus-replacement approaches were prominent research themes. Temporal analysis indicated that recent research has increasingly focused on surface treatments and adhesive strategies.

Conclusion: Research on the repair of direct composite resin restorations encompasses laboratory-based studies on bonding and surface treatments as well as clinical repair-versus-replacement approaches. Recent publication activity indicates that composite repair remains a current and active area of research.

Keywords: Bibliometric analysis, resin composite, restoration repair, surface treatment, restorative dentistry

DİŞ HEKİMLERİNİN LOKAL ANESTETİK SİSTEMİK TOKSİSİTE (LAST) HAKKINDAKİ BİLGİ DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF DENTISTS' KNOWLEDGE OF LOCAL ANESTHETIC SYSTEMIC TOXICITY

Agah Abdullah KAHRAMANLAR

Department of Anesthesiology and Reanimation, University of Health Sciences, Erzurum City Hospital, Erzurum, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-1453-4524

ÖZET

Amaç

Bu çalışma, diş hekimlerinin lokal anestetik sistemik toksisite (LAST) konusundaki farkındalıklarını, bilgi düzeylerini ve hazır olma durumlarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. İkincil amaçlar ise klinik uygulama modellerini, erken ve geç belirtilerin tanınma düzeyini ve LAST yönetimine yönelik kurumsal hazırlığı analiz etmektir.

Materyal ve Metod

Erzurum'da çalışan diş hekimleri arasında analitik kesitsel anket çalışması yürütülmüştür. Demografik verileri, lokal anestetik (LA) kullanımını, maksimum güvenli doz bilgisini, izlem (monitörizasyon) uygulamalarını, LAST farkındalığını, klinik belirtilerin tanınmasını, acil yönetimi ve kurumsal hazırlıklılığı değerlendirmek amacıyla 22 maddelik yapılandırılmış bir elektronik anket uygulanmıştır. Rehberler tarafından onaylanmış alanlara dayalı olarak, çalışmaya özgü bir kompozit bilgi puanı (0–5 aralığında) geliştirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Yüksek bilgi düzeyinin (medyan skor ve üzeri) bağımsız öngördürücülerini belirlemek için çok değişkenli lojistik regresyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışmaya toplam 171 diş hekimi dahil edilmiştir. Katılımcıların %67,8'inin her gün lokal anestetik uyguladığı belirlenmiştir. Katılımcıların %63,7'si LAST konusuna aşina olduğunu belirtmesine rağmen, sadece %55,0'ı önerilen maksimum dozları bildiğini beyan etmiş ve LA uygulaması sırasında rutin monitörizasyon oranı %12,9'da kalmıştır. Erken dönem nörolojik belirtiler nispeten iyi tanınırken, geç dönem belirtilere ilişkin bilgi düzeyinin tutarsız olduğu görülmüştür. Medyan bilgi puanı 4 (IQR 3–4) olarak saptanmış ve katılımcıların %57,9'u "yüksek bilgi düzeyine sahip" olarak sınıflandırılmıştır. Düzeltilmiş analizlerde, lokal anestetikler konusunda alınan formal eğitimin yüksek bilgi düzeyi ile bağımsız olarak ilişkili olduğu saptanmıştır (OR 3,40, %95 GA 1,01–11,42; $p = 0,048$). Kurumsal hazırlıklılığın sınırlı olduğu; lipid emülsiyonu mevcudiyeti ve protokoller konusundaki farkındalığın düşük olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Sık lokal anestetik uygulayan diş hekimlerinin, LAST konusunda değişken bilgi düzeyine ve sınırlı bir hazırlığa sahip olduğu görülmüştür. Formal eğitim bilgi düzeyini artırmış olsa

da klinik davranışlar veya kurumsal hazırlıklılık üzerinde tutarlı etki yaratmamıştır. Bu bulgular, yapılandırılmış eğitimin tek başına güvenli uygulamayı garanti etmediğini göstermekte; standart protokollerin oluşturulması, kurumsal hazırlıklılığın artırılması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Lokal anestetik sistemik toksisite, diş hekimleri, hasta güvenliği, lipid emülsiyonu, anket çalışması

ABSTRACT

Objective

This study aimed to evaluate dentists' awareness, knowledge, and preparedness regarding local anesthetic systemic toxicity (LAST). Secondary objectives were to assess clinical practice patterns, recognition of early and late manifestations, and institutional readiness for LAST management.

Materials and Methods

An analytic cross-sectional survey was conducted among practicing dentists in Erzurum. A structured 22-item electronic questionnaire assessed demographics, local anesthetic (LA) use, knowledge of maximum safe doses, monitoring practices, awareness of LAST, recognition of clinical manifestations, emergency management, and institutional preparedness. A study-specific composite knowledge score (range 0–5) was developed based on guideline-endorsed domains. Non-parametric tests were used for group comparisons. Multivariable binary logistic regression identified independent predictors of higher knowledge (score ≥ median). Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results

A total of 171 dentists were included. Local anesthetics were administered daily by 67.8% of participants. While 63.7% reported familiarity with LAST, only 55.0% knew the maximum recommended doses, and routine monitoring during LA administration was reported by 12.9%. Early neurological manifestations were relatively well recognized, whereas knowledge of late manifestations was inconsistent. The median knowledge score was 4 (IQR 3–4), and 57.9% were classified as having high knowledge. In adjusted analysis, formal educational exposure to local anesthetics was independently associated with higher knowledge (OR 3.40, 95% CI 1.01–11.42; $p = 0.048$). Institutional preparedness was limited, with low awareness of lipid emulsion availability and written protocols.

Conclusion

Dentists who frequently administer local anesthetics demonstrated variable knowledge and limited preparedness regarding LAST. Formal education improved knowledge but did not consistently influence clinical behaviors or institutional readiness. These findings suggest that structured education alone did not ensure safer practice, highlighting the need for standardized protocols and improved institutional preparedness.

Keywords: local anesthetic systemic toxicity, dentists, patient safety, lipid emulsion, survey study

Introduction

Local anesthetic agents are essential in modern dental practice and are routinely administered to provide effective pain control during diagnostic and therapeutic procedures (1). When used within recommended doses, these agents are generally safe and well tolerated. However, systemic complications may occur following local anesthetic administration, particularly in cases of inadvertent intravascular injection, excessive dosing, rapid absorption, or patient-related risk factors (2,3). Among these complications, local anesthetic systemic toxicity (LAST) represents a rare but potentially life-threatening condition, characterized by a wide spectrum of neurological and cardiovascular manifestations (4).

In dental practice, local anesthetics are most commonly administered via infiltration techniques or regional nerve blocks, such as inferior alveolar and maxillary nerve anesthesia (5). Although these techniques are routinely performed, exceeding therapeutic dose limits or improper administration may increase the risk of systemic toxicity (6). LAST typically manifests initially with central nervous system symptoms, including perioral numbness, metallic taste, tinnitus, dizziness, agitation, and seizures (7). If unrecognized or untreated, these symptoms may progress to severe cardiovascular complications, such as arrhythmias, myocardial depression, cardiovascular collapse, and cardiac arrest (8). Long-acting local anesthetics, particularly bupivacaine, are associated with a higher risk of cardiotoxicity and therefore require increased clinical vigilance. Early recognition of toxicity and prompt initiation of appropriate management remain crucial for reducing morbidity and preventing mortality (9).

Over the past two decades, advances in the understanding and management of LAST have led to the development of structured treatment algorithms, most notably the use of intravenous lipid emulsion therapy as a cornerstone of treatment (10). In operating room settings, continuous monitoring and immediate access to resuscitative equipment facilitate early detection and effective management of toxicity (11). In contrast, local anesthetic administration in outpatient or non-operating room environments, such as dental clinics, may occur under limited monitoring conditions and with variable access to emergency resources, potentially increasing the risk of adverse outcomes. Dentists constitute a professional group with particularly high exposure to local anesthetic agents, often administering these drugs multiple times daily. Despite this frequent use, data regarding dentists' awareness of LAST, knowledge of maximum safe dosing, recognition of toxicity symptoms, and preparedness for emergency management remain limited.

The primary aim of the present study was to evaluate dentists' awareness, knowledge, and preparedness regarding local anesthetic systemic toxicity (LAST). The secondary aim was to examine educational background, clinical practice patterns, recognition of early and late toxicity manifestations, and institutional readiness, including the availability of lipid emulsion and written management protocols, in order to identify existing deficiencies and to emphasize the importance of structured training and standardized safety measures in dental practice.

Materials and Methods

The study protocol was approved by the Erzurum Faculty of Medicine Scientific Research Ethics Committee and conducted in accordance with the Declaration of Helsinki. No identifiable personal information was collected.

Study Design and Participants

This study was designed as an analytic cross-sectional survey to evaluate dentists' knowledge, awareness, and preparedness regarding local anesthetic systemic toxicity. Practicing dentists working in Erzurum who voluntarily agreed to participate were included in the study. Participation was anonymous and voluntary, and electronic informed consent was obtained prior to survey completion. Responses with missing data were excluded from analyses.

Questionnaire and Data Collection

Data were collected using a structured questionnaire consisting of 22 items. Six questions addressed demographic and professional characteristics, including age, sex, institution type, dental specialty, years of professional experience, and academic title. The remaining questions evaluated education related to local anesthetics, frequency and patterns of use, knowledge of maximum recommended doses, monitoring practices, awareness of LAST and its timing, recognition of early and late clinical manifestations, previous experience with LAST, emergency management steps, availability of 20% lipid emulsion, and the presence of written institutional protocols.

Questions assessing clinical manifestations and emergency management allowed multiple responses. The questionnaire was distributed electronically via e-mail and messaging platforms.

Definition of Knowledge Score

As there is no validated or standardized scoring system to assess dentists' knowledge of local anesthetic systemic toxicity, a study-specific composite knowledge score was developed. The score was based on key domains commonly emphasized in international guidelines and previous survey studies, including awareness of LAST, timing of onset, recognition of early and late clinical manifestations, and knowledge of lipid emulsion therapy.One point was given for each correctly identified domain, resulting in a total score ranging from 0 to 5. Although this score has not been formally validated, it reflects core concepts consistently reported in the literature and represents a commonly used approach in survey-based patient safety research. Similar study-specific composite scoring approaches have been used in previous survey-based studies assessing awareness and knowledge of local anesthetic systemic toxicity among dental practitioners and anesthesiology trainees, particularly in the absence of a validated scoring instrument (12-14).

Statistical Analysis

Statistical analyses were performed using SPSS for Windows (version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA). Categorical variables were summarized as frequencies and percentages. The distribution of the knowledge score was assessed and found to be non-normal; therefore, non-parametric tests were used for group comparisons. The Mann–Whitney U test was applied for two-group comparisons, and the Kruskal–Wallis test was used for comparisons involving more than two groups.To identify independent predictors of higher knowledge, multivariable binary logistic regression analysis was performed. High knowledge (knowledge score ≥ median) was defined as the dependent variable. Independent variables included educational exposure to local anesthetics, institutional training, years of professional experience, and monitoring practices during local anesthetic administration. Results were reported as odds ratios with 95% confidence intervals. A two-sided p value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

A total of 171 dentists completed the survey and were included in the analysis. Participant demographics, professional characteristics, and routine local anesthetic (LA) practices are summarized in Table 1. Most respondents were female (107/171, 62.6%), and the majority were aged 18–29 years (129/171, 75.4%). Participants most commonly worked in university hospitals (105/171, 61.4%). Local anesthetics were administered daily by 116/171 (67.8%) respondents; the most frequently preferred agent was articaine (87/171, 50.9%), followed by lidocaine (52/171, 30.4%), and the most commonly used technique was infiltration anesthesia (95/171, 55.6%). Although LA use was frequent, only 94/171 (55.0%) reported knowing the maximum recommended doses of the agents they commonly used, while 76/171 (44.4%) reported not knowing or not remembering. Routine patient monitoring during LA administration was reported by only 22/171 (12.9%) participants.

Table 1. Participant characteristics and clinical practices

Variable	n	%
Sex		
Female	107	62.6
Male	64	37.4
Age (years)		
18–29	129	75.4
30–39	33	19.3
≥40	9	5.3
Type of institution		
University hospital	105	61.4
Training and research hospital	34	19.9
Private hospital / clinic	32	18.7
Years of professional experience		
1–5	97	56.7
6–10	44	25.7
>10	30	17.5
Frequency of local anesthetic use		

Variable	n	%
Daily	116	67.8
Several times per week	41	24.0
Less frequently	14	8.2
Most frequently used local anesthetic		
Articaine	87	50.9
Lidocaine	52	30.4
Other	32	18.7
Most commonly used anesthesia technique		
Infiltration anesthesia	95	55.6
Nerve block	76	44.4
Knowledge of maximum recommended dose		
Yes	94	55.0
No / do not remember	76	44.4
Routine patient monitoring during LA administration		
Yes	22	12.9
No	149	87.1

**Values are presented as number (n) and percentage (%). LA, local anesthetic.*

***Descriptive statistics were used to summarize demographic characteristics, professional background, and routine clinical practices. Categorical variables were expressed as frequencies and percentages. No comparative statistical testing was performed for the variables presented in this table.*

Overall awareness and knowledge related to local anesthetic systemic toxicity (LAST) are presented in **Table 2**. When asked directly, **109/171 (63.7%)** stated that they knew what LAST is, whereas **35/171 (20.5%)** reported not remembering and **26/171 (15.2%)** reported not knowing. Regarding timing, **106/171 (62.0%)** correctly indicated that LAST most commonly develops **within the first 30 minutes** after administration, while **52/171 (30.4%)** selected "immediately at the time of injection," and a minority chose later time points. Early manifestations were most frequently identified as **dizziness (123/171, 71.9%)**, **metallic taste (90/171, 52.6%)**, and **perioral/lip–tongue numbness or paresthesia (82/171, 48.0%)**. For late manifestations, respondents most commonly selected **respiratory depression (103/171, 60.2%)**, **loss of consciousness (102/171, 59.6%)**, and **cardiac arrest (86/171, 50.3%)**.

Table 2. Awareness, knowledge, and preparedness regarding local anesthetic systemic toxicity (LAST)

Variable	n	%
Awareness of LAST (Yes)	109	63.7
Awareness of LAST (No / Do not remember)	62	36.3
Correct timing (within first 30 minutes)	106	62.0
Early symptoms recognized (any)	145	84.8
Late symptoms recognized (any)	131	76.6
Knows lipid emulsion therapy	73	42.7
Lipid emulsion available in institution (Yes)	20	11.7
Lipid emulsion availability unknown	116	67.8
Written LAST protocol available (Yes)	34	19.9
Written LAST protocol unknown	81	47.4

**Values are presented as number (n) and percentage (%). LAST, local anesthetic systemic toxicity.*

*** Descriptive statistics were used. Categorical variables were expressed as frequencies and percentages.*

A study-specific composite knowledge score was calculated based on the predefined domains (total **0–5 points**, as described in Methods). The median knowledge score in the cohort was **4** (IQR **3–4**; range **1–5**). Using the median as the cutoff, **99/171 (57.9%)** participants were classified as the **high-knowledge** group and **72/171 (42.1%)** as the **low-knowledge** group.

Multivariable binary logistic regression was performed to identify independent predictors of high knowledge (Table 3), using the prespecified covariates (educational exposure, institutional training, years of professional experience, and monitoring practices).

Table 3. Multivariable binary logistic regression analysis of factors associated with high knowledge of LAST

Variable	OR	95% CI	p value
Formal education on local anesthetics	3.40	1.01–11.42	**0.048**
Institutional training	1.21	0.56–2.62	0.63
Years of professional experience	1.08	0.94–1.24	0.27
Routine patient monitoring	0.89	0.32–2.44	0.82

**Legend: OR, odds ratio; CI, confidence interval; LAST, local anesthetic systemic toxicity.*

*** Multivariable binary logistic regression analysis was performed. High knowledge (knowledge score ≥ median) was defined as the dependent variable. Results are presented as odds ratios (ORs) with 95% confidence intervals (CIs).*

In this model, reporting formal educational exposure to local anesthetics was associated with higher odds of being in the high-knowledge group (OR 3.40, 95% CI 1.01–11.42; p = 0.048). Institutional training, years of professional experience, and routine monitoring were not independently associated with high knowledge in the adjusted analysis (all p > 0.05).

Regarding institutional preparedness, most respondents reported being unaware whether 20% lipid emulsion was available in their workplace (116/171, 67.8%), and only 20/171 (11.7%) reported that it was available. Similarly, a written LAST protocol/algorithm was reported as present by 34/171 (19.9%), absent by 56/171 (32.7%), and unknown by 81/171 (47.4%). In the emergency management question, 73/171 (42.7%) selected administration of 20% lipid emulsion among immediate actions.

Discussion

In the present study, we evaluated dentists' awareness, knowledge, and preparedness regarding local anesthetic systemic toxicity (LAST) using an analytic cross-sectional design. Our findings demonstrate that although local anesthetics are used very frequently—on a daily basis by 67.8% of participants—knowledge and preparedness related to LAST remain highly variable. While 63.7% of respondents reported being familiar with the concept of LAST, this awareness did not consistently translate into adequate clinical preparedness or institutional readiness.

A key finding of this study is the disparity between recognition of early and late manifestations of LAST. Early neurological symptoms were relatively well recognized; dizziness (71.9%), metallic taste (52.6%), and perioral numbness or paresthesia (48.0%)

were the most frequently identified early signs. In contrast, knowledge of late-stage manifestations was inconsistent, despite the fact that severe outcomes such as respiratory depression (60.2%), loss of consciousness (59.6%), and cardiac arrest (50.3%) were reported by only about half of the participants. This discrepancy is clinically important, as late manifestations are associated with higher morbidity and mortality, and failure to recognize them promptly may delay life-saving interventions.

Clinical practice patterns further highlight important safety concerns. Although local anesthetic administration was reported to occur daily by nearly two-thirds of participants, only 55.0% stated that they knew the maximum recommended doses of the agents they commonly used, while 44.4% reported not knowing or not remembering these limits. Moreover, routine patient monitoring during local anesthetic administration was reported by only 12.9% of dentists. Given that excessive dosing and delayed recognition of systemic toxicity are among the primary contributors to LAST, these findings suggest a substantial gap between routine practice and recommended safety standards. Similar deficiencies in monitoring and dose awareness have been described in non-operating room environments, indicating that this issue extends beyond dental practice and reflects a broader patient safety challenge.

Institutional preparedness was notably limited. Only 11.7% of respondents confirmed the availability of 20% lipid emulsion in their institution, whereas 67.8% were unaware of its availability. Furthermore, fewer than one-fifth (19.9%) reported the presence of a written protocol or algorithm for LAST management, and nearly half were unsure whether such a protocol existed. Considering that lipid emulsion therapy is a cornerstone of LAST treatment and that early administration is critical for favorable outcomes, the lack of institutional readiness identified in this study represents a significant risk factor for adverse events.

To move beyond descriptive analysis, we developed a composite knowledge score and performed multivariable logistic regression to identify factors associated with higher knowledge levels. Using the median score as a cutoff, 57.9% of participants were classified as having high knowledge. In the adjusted model, formal educational exposure to local anesthetics was independently associated with higher knowledge (OR 3.40, 95% CI 1.01–11.42; $p = 0.048$), underscoring the importance of structured education in improving awareness of LAST. In contrast, institutional training and years of professional experience were not associated with higher knowledge, suggesting that passive exposure or clinical seniority alone may be insufficient to ensure adequate understanding.

Interestingly, routine patient monitoring during local anesthetic administration was not positively associated with higher knowledge levels and showed an inverse association in adjusted analyses. This counterintuitive finding should be interpreted with caution. Monitoring practices in dental settings may be shaped more by institutional policies, workload, and environmental constraints than by individual knowledge. Additionally, the concept of “monitoring” may differ among practitioners, ranging from simple clinical observation to continuous physiological monitoring, contributing to heterogeneity in responses.

An important overall observation is the lack of concordance between higher knowledge scores and safer clinical behaviors or institutional preparedness. Dentists with higher knowledge were not more likely to report routine monitoring, awareness of lipid emulsion availability, or the presence of written protocols. This finding highlights the distinction between individual-level knowledge and system-level safety and suggests that education alone is insufficient without institutional support and standardized safety measures.

Our study has several limitation. The cross-sectional design precludes causal inference, and the use of self-reported data may introduce recall or reporting bias. Importantly, the composite knowledge score used in this study was developed by the authors and has not been formally validated. However, in the absence of a standardized or validated instrument for assessing dentists' knowledge of LAST, similar study-specific composite scoring approaches have been widely used in the literature. The score was based on core domains consistently emphasized in international guidelines and prior survey-based studies, supporting its conceptual validity. Nevertheless, this limitation should be considered when interpreting the findings. Additionally, the study population was limited to a single geographic region, which may restrict generalizability to other dental practice settings, particularly private clinics.

In conclusion, this study demonstrates that dentists who frequently administer local anesthetics exhibit variable knowledge and limited preparedness regarding LAST. Although early symptoms are relatively well recognized, deficiencies persist in dose awareness, recognition of late manifestations, and institutional readiness. Formal education appears to improve knowledge; however, knowledge alone does not translate into safer practice. These findings emphasize the need for structured educational programs, standardized management protocols, and improved institutional preparedness to reduce preventable risks associated with local anesthetic systemic toxicity in dental practice.

References

1. Khan, M. I. U., Singh, R. P., Prince, J., Chiu, A. V., & El-Awour, H. (2025). Recent Advances in Dental Local Anaesthesia. Advances in Oral and Maxillofacial Surgery, 100575.

2. Neal JM, Neal EJ, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Local Anesthetic Systemic Toxicity checklist: 2020 version. Reg Anesth Pain Med. 2021 Jan;46(1):81-82.

3. Gitman M, Barrington MJ. Local Anesthetic Systemic Toxicity: A Review of Recent Case Reports and Registries. Reg Anesth Pain Med. 2018 Feb;43(2):124-130.

4. Macfarlane AJR, Gitman M, Bornstein KJ, El-Boghdadly K, Weinberg G. Updates in our understanding of local anaesthetic systemic toxicity: a narrative review. Anaesthesia. 2021 Jan;76 Suppl 1:27-39.

5. Mathison M, Pepper T. Local Anesthesia Techniques in Dentistry and Oral Surgery. [Updated 2023 Jun 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580480/

6. Schwenk ES, Sneyd JR, Wu CL. The state of local anaesthetic systemic toxicity in 2025: the emergence of lidocaine as our next challenge. Br J Anaesth. 2025 Oct;135(4):854-856.

7. Kaenphukhieo T, Trakulsrichai S, Tongpoo A, Ariyaviraplorn N, Pathumarak J, Tansuwannarat P. Clinical characteristics, treatment, and outcomes of local anesthetic systemic toxicity: a 10-year retrospective study. Clin Toxicol (Phila). 2025 Nov;63(11):967-975

8. Tierney KJ, Murano T, Natal B. Lidocaine-Induced Cardiac Arrest in the Emergency Department: Effectiveness of Lipid Therapy. J Emerg Med. 2016 Jan;50(1):47-50.

9. Jiang T, Ma C, Wang Z, Miao Y. A review of local anesthetic-induced heart toxicity using human induced pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes. Mol Cell Probes. 2024 Aug;76:101965.

10. Jaffal K, Chevillard L, Mégarbane B. Lipid Emulsion to Treat Acute Poisonings: Mechanisms of Action, Indications, and Controversies. Pharmaceutics. 2023 May 3;15(5):1396.

11. Shalaby M, Sahni R, Hamilton R. Local anesthetic systemic toxicity: awareness, recognition, and risk mitigation in the emergency department. Clin Exp Emerg Med. 2024 Jun;11(2):121-126.

12. Sagir A, Goyal R. An assessment of the awareness of local anesthetic systemic toxicity among multi-specialty postgraduate residents. J Anesth. 2015 Apr;29(2):299-302.

13. Oksuz G, Urfalioglu A, Sekmen T, Akkececi N, Alpay N, Bilal B. Dentists knowledge of lipid treatment of local anaesthetic systemic toxicity. Niger J Clin Pract. 2018 Mar;21(3):327-331.

14. Beckmann TS, Samer CF, Wozniak H, Savoldelli GL, Suppan M. Local anaesthetics risks perception: A web-based survey. Heliyon. 2023 Dec 13;10(1):e23545.

FERULİK ASİDİN A549 VE HCC827 AKCİĞER KANSERİ HÜCRELERİNDE ANTİPROLİFERATİF ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECTS OF FERULIC ACID ON A549 AND HCC827 LUNG CANCER CELLS

Buse SEMERCİ ARIKAN

Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

Orcid-0000-0002-7899-1073

Ayşegül ÖZTÜRK

Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

Orcid-0000-0001-8130-7968

ÖZET

Amaç: Ferulik asit, antioksidan ve potansiyel antikanser özelliklere sahip doğal bir fenolik bileşiktir. Bu çalışmada, ferulik asidin A549 ve HCC827 akciğer kanseri hücrelerinde hücre canlılığı ve apoptotik hücre ölümü üzerindeki etkilerinin araştırılması ve sağlıklı bronş epitel hücre hattı BEAS-2B üzerindeki sitotoksik etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot: A549, HCC827 ve BEAS-2B hücrelerine 3,125, 6,25, 12,5, 25, 50 ve 100 µM konsantrasyonlarda ferulik asit uygulandı. Hücre canlılığı MTT testiyle değerlendirildi ve A549 ile HCC827 hücreleri için yarı maksimal inhibitör konsantrasyon (IC_{50}) değerleri hesaplandı. Ardından, her iki akciğer kanseri hücre hattına kendi IC_{50} konsantrasyonlarında ferulik asit uygulanarak canlı, erken apoptotik ve geç apoptotik hücre oranları Annexin V/Dead Cell kiti kullanılarak akış sitometrisiyle analiz edildi.

Bulgular: A549 hücrelerinde ferulik asit, 12,5–100 µM konsantrasyonlarda hücre canlılığını kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde azalttı ($p<0,001$). Canlılıktaki azalma 6,25 µM'de $p<0,01$, 3,125 µM'de ise $p<0,05$ düzeyindeydi. A549 hücreleri için IC_{50} değeri 22,82 µM olarak hesaplandı. HCC827 hücrelerinde tüm konsantrasyonlarda hücre canlılığı anlamlı olarak azaldı ($p<0,001$) ve IC_{50} değeri 4,56 µM olarak belirlendi. BEAS-2B hücrelerinde 6,25–100 µM konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık saptanmazken, 3,125 µM'de hücre canlılığında anlamlı bir artış gözlendi ($p<0,05$). Akış sitometrisi analizinde, ferulik asit uygulanan A549 ve HCC827 hücrelerinde canlı hücre oranı anlamlı olarak azalırken, erken ve geç apoptotik hücre oranları anlamlı düzeyde arttı ($p<0,001$).

Sonuç: Ferulik asit, özellikle HCC827 hücrelerinde daha belirgin olmak üzere, akciğer kanseri hücrelerinin canlılığını azaltmış ve apoptotik hücre ölümünü artırmıştır. BEAS-2B hücrelerinde belirgin sitotoksik etki oluşturmaması, ferulik asidin akciğer kanserine yönelik potansiyel bir antikanser bileşik olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ferulik asit, antiproliferatif, apoptoz, A549, HCC827

ABSTRACT

Objective: Ferulic acid is a naturally occurring phenolic compound with antioxidant and potential anticancer properties. This study aimed to investigate the effects of ferulic acid on cell viability and apoptotic cell death in A549 and HCC827 lung cancer cells and to comparatively evaluate its cytotoxic effects on the non-cancerous human bronchial epithelial cell line BEAS-2B.

Materials and Methods: A549, HCC827, and BEAS-2B cells were treated with ferulic acid at concentrations of 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, and 100 µM. Cell viability was assessed using the MTT assay, and half-maximal inhibitory concentration (IC_{50}) values were calculated for A549 and HCC827 cells. Subsequently, both lung cancer cell lines were treated with ferulic acid at their respective IC_{50} concentrations. The proportions of viable, early apoptotic, and late apoptotic cells were analyzed by flow cytometry using an Annexin V/Dead Cell kit.

Results: In A549 cells, ferulic acid significantly reduced cell viability at concentrations ranging from 12.5 to 100 µM compared with the control group ($p<0.001$). Significant reductions were also observed at 6.25 µM ($p<0.01$) and 3.125 µM ($p<0.05$). The IC_{50} value for A549 cells was calculated as 22.82 µM. In HCC827 cells, all tested concentrations significantly decreased cell viability compared with the control group ($p<0.001$), and the IC_{50} value was determined as 4.56 µM. In BEAS-2B cells, no significant differences in cell viability were detected at concentrations ranging from 6.25 to 100 µM, whereas a significant increase in cell viability was observed at 3.125 µM ($p<0.05$). Flow cytometric analysis showed that ferulic acid significantly decreased the viable cell population and increased both early and late apoptotic cell populations in A549 and HCC827 cells ($p<0.001$).

Conclusion: Ferulic acid reduced cell viability and increased apoptotic cell death in lung cancer cells, with a more pronounced effect in HCC827 cells. The absence of marked cytotoxicity in BEAS-2B cells suggests that ferulic acid may be a potential anticancer compound for lung cancer.

Keywords: Ferulic acid, antiproliferative effect, apoptosis, A549, HCC827

METHEMOGLOBİNEMİ VE CO-OKSİMETRİ UYUMSUZLUĞUNDA HEMOGLOBİN VARYANTLARI: Hb M'DEN Hb E'YE TANI VE TEDAVİ YAKLAŞIMI

HEMOGLOBIN VARIANTS IN METHEMOGLOBINEMIA AND CO-OXIMETRY DISCORDANCE: DIAGNOSTIC AND THERAPEUTIC APPROACH FROM Hb M TO Hb E

Şevval SAÇİK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Van, Türkiye

ORCID ID: 0009-0006-6068-5314

Dr.Öğr. Üyesi Halil İbrahim AKBAY

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya, Van, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-4303-7837

Prof. Dr. Hamit Hakan ALP

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya, Van, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-9202-4944

ÖZET

Methemoglobinemi, demirin ferröz durumdan ferrik duruma oksidasyonu sonucu hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesinin azalmasıyla gelişir. Edinsel olgular oksidan ilaçlar ve kimyasallarla daha sık görülürken, persistan siyanoz ve oksijene sınırlı yanıt kalıtsal sitokrom b5 redüktaz eksikliği veya hemoglobin (Hb) varyantlarını düşündürmelidir. Bu derleme, methemoglobinemiye yol açan ya da co-oksimetride fraksiyonların hesaplanmasını engelleyebilen Hb varyantlarını, Hb M'den Hb E olgusuna uzanan tanısal bir çerçevede ele almaktadır.
Hb M varyantları, globin zincirindeki kritik histidin kalıntılarının yer değiştirmesiyle ferrik hemi stabilize eder; Hb M Boston, Iwate, Hyde Park ve Saskatoon yaşam boyu siyanozun başlıca varyant nedenleridir. Özellikle Hb M Hyde Park ve Hb M Iwate'de pulse oksimetri ve bazı co-oksimetreler güvenilir olmayabilir. Çünkü cihazların çoklu dalga boyunda kullandığı standart MetHb absorbsiyon spektrumu, varyanta özgü spektrumdan farklıdır; bu nedenle O_2Hb, MetHb ve türetilmiş fraksiyonlar hesaplanamayabilir. Hb Chile, Hb Köln ve Hb Hammersmith gibi instabil hemoglobinlerde ise artmış oto-oksidasyon kronik veya oksidanla tetiklenen methemoglobinemi ve hemolize yol açabilir. Düşük oksijen afiniteli varyantlar da siyanoz-hipoksemi uyumsuzluğunda ayırıcı tanıda yer alır.
Tanıda örnek kalitesi, antikoagülan, analizör platformu ve tekrarlanan ölçüm birlikte değerlendirilmelidir; cihaz hatası klinik veriyle uyumsuzsa farklı platform/örnek üzerinde doğrulama, hemoglobin analizi ve gerektiğinde moleküler inceleme yapılmalıdır. Olgu bağlamında Hb E saptanması, tek başına klasik Hb M fenotipi kanıtı değildir; Hb E ile co-oksimetri başarısızlığı arasındaki ilişki analitik olarak doğrulanmalıdır. Semptomatik methemoglobinemide metilen mavisi düşünülmeden önce G6PD aktivitesi

değerlendirilmelidir; eksiklikte hemoliz ve paradoksal MetHb artışı gelişebilir. Bu yaklaşım, varyant hemoglobinli hastalarda yanlış oksijenasyon yorumu ve uygunsuz tedaviyi önler. Klinik olarak, kalıcı siyanozda normal PaO_2 ile düşük SpO_2 birlikteliği, dishemoglobin ve varyant hemoglobin araştırması için pratik bir uyarı işaretidir.

Anahtar Kelimeler: Methemoglobinemi, hemoglobin M, hemoglobin varyantları, co-oksimetri, hemoglobin E, G6PD eksikliği

ABSTRACT

Methemoglobinemia results from oxidation of heme iron from the ferrous to the ferric state, reducing hemoglobin oxygen-carrying capacity. Acquired cases are more commonly associated with oxidant drugs and chemicals; however, persistent cyanosis and a limited response to oxygen should raise suspicion of inherited cytochrome b5 reductase deficiency or a hemoglobin (Hb) variant. This review provides a diagnostic framework for Hb variants that cause methemoglobinemia or prevent calculation of co-oximetry fractions, progressing from Hb M variants to the index context of Hb E.
Hb M variants stabilize ferric heme through substitution of critical histidine residues in globin chains. Hb M Boston, Iwate, Hyde Park, and Saskatoon are major variant causes of lifelong cyanosis. Pulse oximetry and some co-oximeters may be unreliable, particularly with Hb M Hyde Park and Hb M Iwate. The standard MetHb absorbance spectrum used by multiwavelength instruments may differ from the variant-specific spectrum; consequently, O_2Hb, MetHb, and derived fractions may not be calculated. Unstable hemoglobins such as Hb Chile, Hb Köln, and Hb Hammersmith can cause chronic or oxidant-triggered methemoglobinemia and hemolysis through increased auto-oxidation. Low-oxygen-affinity variants should also be considered when cyanosis and oxygenation measurements are discordant.
Diagnosis requires integrated assessment of sample quality, anticoagulant, analyzer platform, and repeat measurements. If instrument output is inconsistent with the clinical picture, confirmation on an alternative platform or specimen, hemoglobin analysis, and molecular testing when indicated are appropriate. In the index context, detection of Hb E alone does not establish a classical Hb M phenotype; its relationship with co-oximetry failure requires analytical confirmation. Before methylene blue is considered for symptomatic methemoglobinemia, G6PD activity should be assessed because deficiency may precipitate hemolysis and paradoxically increase MetHb. This approach can prevent misinterpretation of oxygenation and inappropriate treatment in patients with variant hemoglobins.

Keywords: Methemoglobinemia, hemoglobin M, hemoglobin variants, co-oximetry, hemoglobin E, G6PD deficiency

METHEMOGLOBİNEMİ VE HEMOGLOBİN E VARYANTI BİRLİKTELİĞİNDE CO OKSİMETRİ BAŞARISIZLIĞI: PREANALİTİK GÖZLEM VE TEDAVİ YAKLAŞIMI – OLGU SUNUMU

CO-OXIMETRY FAILURE ASSOCIATED WITH CONCURRENT METHEMOGLOBINEMIA AND HEMOGLOBIN E VARIANT: PREANALYTICAL OBSERVATION AND THERAPEUTIC IMPLICATIONS — A CASE REPORT

Şevval SAÇİK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Van, Türkiye

ORCID ID: 0009-0006-6068-5314

Dr.Öğr. Üyesi Halil İbrahim AKBAY

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya, Van, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-4303-7837

Prof. Dr. Hamit Hakan ALP

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya, Van, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-9202-4944

ÖZET

Amaç: Methemoglobinemi olgularında co-oksimetre ile hemoglobin fraksiyonlarının hesaplanamaması, oksijenasyon değerlendirmesini güçleştirebilir ve hemoglobin varyantlarının klinik öneminin gözden kaçmasına yol açabilir. Bu olguda, methemoglobinemi izlemi olan bir hastada tekrarlayan co-oksimetri başarısızlığı, preanalitik örnek farkı ve Hb E saptanmasının tanısal yaklaşıma etkisini sunmak amaçlandı.

Giriş: Co-oksimetri, O_2Hb, MetHb ve diğer dishemoglobin fraksiyonlarını çoklu dalga boyunda absorbsiyon ölçümüyle hesaplar. Methemoglobin oluşturan hemoglobin varyantlarında varyanta özgü spektral özellikler bu hesaplamayı etkileyebilir. Ayrıca pulse oksimetri, dishemoglobin varlığında klinik oksijenasyon durumunu güvenilir yansıtmayabilir. Bu nedenle cihazın sonuç vermemesi, yalnızca analitik hata olarak değil, klinik ve preanalitik verilerle birlikte değerlendirilmesi gereken bir uyarı olarak ele alınmalıdır.

Yöntem: 2006 doğumlu, yaklaşık on yıldır methemoglobinemi tanısı ile izlenen kadın hastanın klinik ve laboratuvar kayıtları retrospektif olarak değerlendirildi. Arteriyel kan gazı/co-oksimetri sonuçları, örnek türü ve antikoagülan farkı incelendi. Lityum heparinli kan gazı enjektörü ile EDTA'lı tam kan sayımı tüpünden elde edilen ölçümler karşılaştırıldı. Co-oksimetri fraksiyonlarının hesaplanamaması üzerine hemoglobin varyant analizi yapıldı.

Bulgular: Hastada on yıl önce dış merkezde MetHb yüksekliği bildirilmişti. İzlemde tekrarlanan arteriyel kan gazı analizlerinde O_2Hb, MetHb ve diğer hemoglobin

fraksiyonları raporlanamamıştı. Merkezimizde lityum heparinli enjektörden çalışılan örnekte yine co-oksimetri sonucu alınamazken, EDTA'lı tüpten yapılan analizde fraksiyonlar elde edildi. Varyant hemoglobin incelemesinde Hb E saptandı. Bulgular, örnek/antikoagülan türünün analitik uyumsuzluğun derecesini etkileyebileceğini ve hemoglobin varyantı araştırmasının gerekli olduğunu düşündürdü.

Sonuç: Co-oksimetri başarısızlığında klinik bulgular, SpO_2, PaO_2, örnek tipi ve analizör yanıtı birlikte yorumlanmalıdır. Farklı örnek veya platformda doğrulama sonrasında hemoglobin varyant analizi planlanmalıdır. Hb E saptanması bu olguda önemli bir tanısal bulgudur; co-oksimetri uyumsuzluğu ile ilişkisi analitik olarak doğrulanmalıdır. Semptomatik methemoglobinemi tedavisinde metilen mavisi düşünülmeden önce G6PD aktivitesinin değerlendirilmesi, hemoliz ve paradoksal MetHb artışı riskini azaltmak açısından önem taşır.

Anahtar Kelimeler: Methemoglobinemi, hemoglobin E, co-oksimetri, G6PD eksikliği, metilen mavisi, preanalitik faktörler

ABSTRACT

Objective: Failure of co-oximetry to calculate hemoglobin fractions can complicate oxygenation assessment in methemoglobinemia. This case presents co-oximetry failure, preanalytical specimen differences, and detection of Hb E in a patient followed for methemoglobinemia.

Introduction: Co-oximetry calculates O_2Hb, MetHb, and other dyshemoglobin fractions by multiwavelength absorbance measurement. Variant-specific spectral properties in methemoglobin-forming hemoglobins may affect these calculations. Pulse oximetry may also fail to reflect clinical oxygenation reliably in the presence of dyshemoglobins. Therefore, absent instrument output should be treated as a clinical and preanalytical warning, rather than as an isolated analytical error.

Methods: Clinical and laboratory records of a female patient born in 2006 who had been followed for approximately ten years with methemoglobinemia were reviewed retrospectively. Arterial blood-gas/co-oximetry results, specimen type, and anticoagulant-related differences were examined. Measurements from a lithium-heparin blood-gas syringe and an EDTA complete-blood-count tube were compared. Hemoglobin variant analysis was performed after repeated failure to calculate co-oximetry fractions.

Results: MetHb elevation had been reported at an external center ten years earlier. During follow-up, repeated arterial blood-gas analyses did not report O_2Hb, MetHb, or other hemoglobin fractions. At our center, co-oximetry results again could not be obtained from the lithium-heparin syringe, whereas fractions were obtained from the EDTA tube. Hemoglobin variant analysis identified Hb E. These findings suggest that specimen/anticoagulant type may influence the extent of analytical discordance and that hemoglobin variant testing is warranted.

Conclusion: When co-oximetry fails, clinical findings, SpO_2, PaO_2, specimen type, and analyzer response should be interpreted together. Confirmation using an alternative specimen or platform should precede hemoglobin variant analysis. Detection of Hb E is an important diagnostic finding in this case; its relationship to the co-oximetry discordance requires analytical confirmation. Before methylene blue is considered for symptomatic methemoglobinemia, G6PD activity should be assessed to reduce the risk of hemolysis and paradoxical MetHb elevation.

Keywords: Methemoglobinemia, hemoglobin E, co-oximetry, G6PD deficiency, methylene blue, preanalytical factors

BİRİNCİ SEÇENEK ANTİTÜBERKÜLOZ İLAÇLARDAN EN AZ BİRİNE DİRENÇLİ *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* KLİNİK İZOLATLARINDA İKİNCİ SEÇENEK ANTİTÜBERKÜLOZ İLAÇ DİRENÇ VARLIĞININ MOLEKÜLER ANALİZİ

MOLECULAR ANALYSIS OF SECOND-LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG RESISTANCE IN *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* CLINICAL ISOLATES RESISTANT TO AT LEAST ONE FIRST-LINE ANTITUBERCULOSIS DRUG

Nurcihan BİLTEKİN

Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7165-9385

Mahmut ÜLGER

Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6649-4195

Seda TEZCAN ÜLGER

Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0823-3680

Gönül ASLAN

Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1221-7907

ÖZET

Giriş: Tüberküloz (TB) ilaçlara karşı dirençli *Mycobacterium tuberculosis (M. tuberculosis)* izolatlarının erken ve doğru şekilde saptanması, tedavi başarısının artırılması ve dirençli izolatların yayılımının önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Amaç: Birinci seçenek anti-TB ilaçlardan en az birine dirençli *M. tuberculosis* kompleks klinik izolatlarında, ikinci seçenek anti-TB ilaçlara (moksifloksasin, amikasin, kanamisin, bedakuilin ve linezolid) karşı minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) değerlerinin Resazurin Mikrotiter Testi (REMA) ile belirlenmesi ve dirençli izolatlarda ilaç direnci ile ilişkili gen bölgelerindeki mevcut ve olası yeni mutasyonların dizi analizi ile araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: BACTEC MGIT 960 sistemi ile birinci seçenek anti-TB ilaçlardan en az birine dirençli olduğu belirlenen 51 *M. tuberculosis* klinik izolatı çalışmaya dahil edildi. REMA yöntemiyle en az bir ikinci seçenek ilaca dirençli bulunan 13 (%25,5) klinik izolat seçildi.

Bu izolatlarda, ikinci seçenek anti-TB ilaç direnci ile ilişkili gen bölgeleri PZR ile amplifiye edilerek DNA dizi analizi yapıldı. Direnç ilişkili mutasyonlar GenBank referans sekansları ile karşılaştırılarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 13 klinik izolatın 3'ünde direnç ile ilişkili mutasyonlar saptandı. İki izolatta *rrl* gen bölgesinde çift mutasyon belirlendi. Bunlardan birinde T2256G (GTT→GGT) ve T2288G (TCC→GCC) olmak üzere daha önce tanımlanmamış iki nokta mutasyonu tespit edildi. Diğer izolatta ise daha önce tanımlanmış G2270C (GTG→CTG) mutasyonuna ek olarak yeni G2291A (CGA→CAA) mutasyonu belirlendi. Bir klinik izolatta ise *gyrA* geninde D94N (GAC→AAC) ve S95T (AGC→ACC) değişimlerini içeren çift mutasyon saptandı.

Sonuç: Bu çalışmada, linezolid direnci ile ilişkili *rrl* gen bölgesinde daha önce tanımlanmış mutasyonların yanı sıra olası yeni nokta mutasyonları da saptanmıştır. Bu bulgular, *M. tuberculosis*'te ikinci seçenek anti-TB ilaç direncinin moleküler mekanizmalarının ve moleküler epidemiyolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışma, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2024-TP3-5101 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *M. tuberculosis*, *rrl*, *gyrA*, Dizi analizi

ABSTRACT

Introduction: The early and accurate detection of drug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*) isolates is of critical importance for enhancing treatment success and preventing the transmission of resistant strains.

Aim: This study aimed to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) values of second-line anti-TB drugs (moxifloxacin, amikacin, kanamycin, bedaquiline, and linezolid) using the Resazurin Microtiter Assay (REMA) in *M. tuberculosis* complex clinical isolates resistant to at least one first-line anti-TB drug, and to investigate current and potential novel mutations in drug resistance-associated gene regions via sequence analysis in resistant isolates.

Methods: A total of 51 *M. tuberculosis* clinical isolates, previously determined to be resistant to at least one first-line anti-TB drug using the BACTEC MGIT 960 system, were included in this study. Among these, 13 (25.5%) clinical isolates exhibiting resistance to at least one second-line drug via the REMA method were selected. In these isolates, gene regions associated with second-line anti-TB drug resistance were amplified using PCR, and DNA sequence analysis was performed. Resistance-associated mutations were evaluated by comparing them with GenBank reference sequences.

Results: Resistance-associated mutations were detected in 3 of the 13 clinical isolates included in the study. Double mutations were identified in the *rrl* gene region in two isolates. In one of these, two previously undefined point mutations were detected: T2256G (GTT→GGT) and T2288G (TCC→GCC). In the other isolate, a novel mutation G2291A (CGA→CAA) was identified in addition to the previously described G2270C (GTG→CTG) mutation. In one clinical isolate, a double mutation involving D94N (GAC→AAC) and S95T (AGC→ACC) substitutions was detected in the *gyrA* gene.

Conclusion: In this study, alongside previously described mutations, potential novel point mutations were detected in the *rrl* gene region associated with linezolid resistance. These

findings may contribute to a better understanding of the molecular mechanisms and molecular epidemiological characteristics of second-line anti-TB drug resistance in *M. tuberculosis*.

This study was supported by the Mersin University Scientific Research Projects Coordination Unit under grant number 2024-TP3-5101.

Keywords: *M. tuberculosis*, *rrl*, *gyrA*, Sequence analysis.

İLAÇ DİRENÇLİ *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* KOMPLEKS KLİNİK İZOLATLARINDA BEDAKUİLİN-LİNEZOLİD KOMBİNASYONUNUN SİNERJİK ETKİSİ

SYNERGISTIC EFFECT OF BEDAQUILINE-LINEZOLID COMBINATION IN DRUG-RESISTANT *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS* COMPLEX CLINICAL ISOLATES

Mahmut ÜLGER

Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6649-4195

Nurcihan BİLTEKİN

Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7165-9385

Gönül ASLAN

Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1221-7907

ÖZET

Giriş: *Mycobacterium tuberculosis (M. tuberculosis)'in ilaç duyarlılığının yanı sıra, farklı anti-tüberküloz (TB) ilaçlar arasındaki etkileşimlerin değerlendirilmesi, tedavi seçeneklerinin optimize edilmesi açısından önem taşımaktadır.* Yeni nesil anti-TB ilaçlardan bedakuilin (BDQ) ile TB tedavisinde yeniden konumlandırılan linezolid (LZD)'in birlikte kullanımının in vitro etkileşimlerinin belirlenmesi, dirençli TB tedavisinde bu kombinasyonun olası etkilerinin **ortaya konulmasına olanak tanımaktadır.**

Amaç: İzoniazid ve/veya rifampisin dirençli *M. tuberculosis* kompleks (MTBC) klinik izolatlarında BDQ ve LZD kombinasyonlarının fraksiyonel inhibitör konsantrasyonu indekslerinin dama tahtası (checkerboard) yöntemi ile belirlenmesidir.

Yöntem: Yapılan bu ö**n çalışma kapsamında**, 10 MTBC klinik izolatı çalışmaya dahil edildi. Klinik izolatların BDQ ve LZD için minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değerleri resazurin mikrotitre testi (REMA) kullanılarak, BDQ ve LZD kombinasyonlarının klinik izolatlar üzerindeki etkileşimi ve olası sinerjik aktivitesi ise dama tahtası yöntemi kullanılarak değerlendirildi.

Bulgular: REMA yöntemi ile değerlendirilen 10 MTBC klinik izolatında MİK değerleri BDQ için 0,015–0,125 µg/mL, LZD için 0,031–1 µg/mL aralığında bulunmuştur. Dama tahtası yöntemi ile belirlenen FİKİ değerleri, 8 izolatta 0,008–0,241 arasında, 2 izolatta ise sırasıyla 0,700 ve 1,329 olarak saptanmıştır. BDQ ve LZD kombinasyonunun değerlendirildiği 10 klinik izolatın 8'inde sinerjik, 2'sinde ise additif etki gözlenmiştir.

Sonuç: BDQ ve LZD kombinasyonunda 8 izolatta sinerjik etki gözlenmesi, bu kombinasyonun in vitro etkileşimine ilişkin umut verici ön bulgular sunmaktadır. Bununla birlikte, elde edilen sonuçların genellenebilmesi için daha geniş örneklemli çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışma, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2024-TP3-5101 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: *M. tuberculosis,* Dama tahtası, REMA, Anti-TB

ABSTRACT

Introduction: In addition to evaluating the drug susceptibility of *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*), assessing the interactions between different anti-tuberculosis (TB) drugs is essential for optimizing treatment regimens. Determining the in vitro interactions of the novel anti-TB drug bedaquiline (BDQ) with linezolid (LZD), an agent repurposed for TB treatment, allows for elucidating the potential effects of this combination in the management of drug-resistant TB.

Aim: This study aimed to determine the fractional inhibitory concentration (FIC) indices of BDQ and LZD combinations in isoniazid- and/or rifampin-resistant *Mycobacterium tuberculosis* complex (MTBC) clinical isolates using the checkerboard method.

Methods: In this preliminary study, a total of 10 MTBC clinical isolates were included. The minimum inhibitory concentration (MIC) values of the clinical isolates for BDQ and LZD were determined using the Resazurin Microtiter Assay (REMA), while the interaction and potential synergistic activity of BDQ and LZD combinations against the clinical isolates were evaluated using the checkerboard method.

Results: The MIC values determined by the REMA method ranged between 0.015–0.125 µg/mL for BDQ and 0.031–1 µg/mL for LZD in the 10 MTBC clinical isolates. The fractional inhibitory concentration index (FICI) values determined by the checkerboard method ranged between 0.008–0.241 in 8 isolates, while they were determined as 0.700 and 1.329 in 2 isolates, respectively. Synergistic effects were observed in 8 of the 10 clinical isolates evaluated for the BDQ and LZD combination, whereas additive effects were observed in the remaining 2 isolates.

Conclusion: The observation of a synergistic effect with the BDQ and LZD combination in 8 isolates provides promising preliminary findings regarding the in vitro interaction of this combination. However, further studies with larger sample sizes are needed to generalize these results.

This study was supported by the Mersin University Scientific Research Projects Coordination Unit under grant number 2024-TP3-5101.

Keywords: *M. tuberculosis*, Checkerboard, REMA, Anti-TB drugs

LZTR1'in Hep3B HEPATOSELLÜLER KARSINOM HÜCRELERINDE PROLIFERASYON VE HÜCRE DÖNGÜSÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF LZTR1 ON PROLIFERATION AND CELL CYCLE IN HEP3B HEPATOCELLULAR CARCINOMA CELLS

Gökhan YILDIZ

Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Karadeniz Technical University, Trabzon, Türkiye

ORCID: 0000-0002-6714-3343

ÖZET

Giriş: Hepatosellüler karsinom (HCC), en sık görülen primer karaciğer kanseridir ve dünya genelinde kanser nedeniyle gerçekleşen ölümlerde üçüncü sıradadır. HCC hastalarında Leucine zipper–like post-translational regulator 1 (*LZTR1*) gen mutasyonlarının görülme sıklığının yüksek olduğu ve LZTR1 proteinin hücre çoğalmasını düzenlediği bilinen RAS/mitogen-activated protein kinase (MAPK) yolağında görev aldığı gösterilmiştir. Öte yandan, LZTR1'in HCC hücre proliferasyonu üzerindeki fonksiyonel etkileri yeterince karakterize edilmemiştir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, LZTR1'in bir HCC hücre hattı olan Hep3B hücrelerinin proliferasyonu üzerindeki fonksiyonel etkilerin belirlenmesidir.

Yöntem: Çalışmada, Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats (CRISPR)/Cas9 nickase (CRISPR/Cas9n) yöntemiyle *LZTR*1 geninin nakavt edildiği (LZTR1 KO) ve kontrol Hep3B hücreleri kullanıldı. Bu klonlar daha önceden hazırlanmıştır. Hücre proliferasyonu seri hücre sayımı ve koloni oluşum analizleri ile değerlendirildi. Hücre döngüsü analizleri propidyum iyodür boyaması ve akış sitometresi ile yapıldı. Tüm deneyler üç bağımsız biyolojik tekrar ile gerçekleştirildi ve istatistiksel analizler yapıldı.

Bulgular: Yetmiş iki saate kadar gün aşırı yapılan seri hücre sayımlarıyla, incelenen zamanlarda LZTR1 KO hücre sayılarının kontrol hücrelerine kıyasla ortalama %20 düşük olduğu belirlendi ($p < 0,05$). Buna ek olarak, LZTR1 KO hücrelerin popülasyon ikilenme süresinin kontrole kıyasla 2,7 saat azaldığı tespit edildi. Koloni oluşma deneyleriyle LZTR1 KO hücrelerde koloni sayısının kontrol hücrelerine kıyasla %37 oranında azaldığı saptandı ($p < 0,01$). Hücre döngüsü analizleri, LZTR1 KO hücrelerde G1 fazındaki hücre oranlarının kontrole kıyasla azaldığını ($p < 0,05$) ve S fazındaki hücre oranının arttığını ortaya koydu ($p < 0,05$).

Sonuç: Bu bulgular, LZTR1 kaybının Hep3B hücrelerinde hücre döngüsü faz dağılımını değiştirdiğini ve koloni oluşturma kapasitesini azalttığını göstermektedir. Elde edilen veriler, LZTR1'in Hep3B hücrelerinde proliferasyonu bağlama özgü bir biçimde düzenleyebileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hepatosellüler karsinom, hücre çoğalması, LZTR1

ABSTRACT

Background: Hepatocellular carcinoma (HCC) is the most common primary liver cancer and ranks third among cancer-related causes of death worldwide. Mutations in the Leucine zipper–like post-translational regulator 1 (*LZTR1*) gene have been reported at high frequency in HCC patients, and LZTR1 participates in the RAS/mitogen-activated protein kinase (MAPK) signaling pathway, which regulates cell proliferation. However, the functional effects of LZTR1 on HCC cell proliferation have not been sufficiently characterized.

Objective: To determine the functional effects of LZTR1 on proliferation in the Hep3B hepatocellular carcinoma cell line.

Methods: Hep3B cells in which LZTR1 was knocked out using the Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats (CRISPR)/Cas9 nickase (CRISPR/Cas9n) system (LZTR1 KO) and control cells were used. These clones had been previously generated. Cell proliferation was assessed by serial cell counting and colony formation assays. Cell cycle distribution was analyzed by propidium iodide staining and flow cytometry. Experiments were conducted in three independent biological replicates and statistical analyses were performed.

Results: Serial cell counts performed up to 72 hours revealed that LZTR1 KO cell numbers were on average 20% lower than those of control cells ($p < 0.05$). In addition, the population doubling time of LZTR1 KO cells was reduced by 2.7 hours compared to controls. Colony formation assays showed a 37% reduction in colony numbers in LZTR1 KO cells relative to controls ($p < 0.01$). Cell cycle analysis demonstrated a decreased proportion of cells in the G1 phase ($p < 0.05$) and an increased proportion in the S phase ($p < 0.05$) in LZTR1 KO cells compared with controls.

Conclusion: These findings indicate that loss of LZTR1 alters cell cycle phase distribution and reduces colony-forming capacity in Hep3B cells. The data suggest that LZTR1 may regulate proliferation in Hep3B cells in a context-dependent manner.

Keywords: Cell proliferation, Hepatocellular carcinoma, LZTR1

FARKLI BAKLAGİL UNLARIYLA BESLENEN UN KURTLARININ (*TENEBRİO MOLİTOR)* PROTEİN DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF PROTEIN VALUES OF MEALWORMS (*TENEBRIO MOLITOR*) FED ON DIFFERENT LEGUME FLOURS

Mehmet Tolga KAPLAN

Gaziantep Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

ORCID NO: 0009-0004-1209-3117

Doç. Dr. Adile AKPINAR

Gaziantep Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

ORCID NO: 0000-0001-5815-1096

ÖZET

İnsan nüfusunun hızla artmasıyla birlikte 2050 yılana kadar 9 milyar olması beklenmektedir(FOA, 2017). Artması beklenen insan nüfusunun besin ihtiyaçlarının karşılanması, sürdürülebilirlik ve gıda üretimi önem kazanmıştır. İnsan nüfusunun artmasıyla birlikte gıda üretiminin de artması gerekmektedir. Tarım alanlarının sınırlı olması, bu alanların verimsiz kullanılması, iklim değişikliği su kıtlığı ve doğal afetler gibi faktörler gıda üretimini zorlaştırmaktadır. Bu durum, farklı gıda üretimine olan ihtiyacı arttırmaktadır.

Bundan dolayı yenilebilir böceklerin besin olarak kullanılması son yıllarda daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Yenilebilir böcekler içerdiği yüksek protein miktarlarının yanı sıra, yağ asitleri, vitaminler ve çeşitli biyoaktifler içermesi, onları yalnızca alternatif protein kaynağı olmaktan çıkartıp sağlık ve tıp alanlarında araştırılmaya değer kaynak haline getirmiştir.

Günümüzde yaklaşık 1 milyon böcek türünün ortalama 2000 kadarı insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra yenilebilir böcekler, gübre ve kozmetik gibi yan ürünlerin üretiminde de değerlendirilmektedir(Van Huis, 2013). Yenilebilir böceklerin diğer alternatif protein kaynaklarına göre sürdürülebilir olması, FOA (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) tarafından gelecekte beklenen nüfus artışına dikkat çekmesi ve yenilebilir böceklerin alternatif protein kaynağı olarak kullanılmasının önerilmesi ile desteklenmktedir(FOA, 2017).

Anahtar kelimeler: *Tenebrio molitor*, sarı un kurdu, protein içeriği, buğday unu, kırmızı mercimek unu

ABSTRACT

With the rapid growth of the global population, the world population is expected to exceed 9 billion by 2050. This situation has increased the importance of food production, sustainability, and meeting nutritional requirements. As the human population continues to grow, food production must also increase accordingly. Factors such as limited agricultural

land and its inefficient utilization, climate change, water scarcity, and natural disasters pose significant challenges to food production. Consequently, the need for alternative food production systems has increased. In this context, the use of insects as a food source has attracted increasing attention in recent years. In addition to their high protein content, edible insects contain fatty acids, vitamins, and various bioactive compounds, making them not only an alternative source of nutrition but also valuable resources for research in the fields of health and medicine.

The aim of this study was to rear yellow mealworms (Tenebrio molitor) on red lentil flour and wheat flour, determine the protein content of the resulting generations, and compare these values with human nutritional requirements.

Eggs obtained from adult breeding mealworms were reared in containers containing red lentil flour and wheat flour under controlled conditions of 25–28 °C and 60–75% relative humidity. Larvae from the second and third generations, which hatched from the eggs and reached the larval developmental stage, were dried in an oven at 75 °C for 210 minutes. The protein contents of larvae fed with wheat flour and red lentil flour were determined, and the results were subsequently compared.

The analyses revealed that the larvae of T. molitor fed with red lentil flour had significantly higher protein content. However, when evaluated in terms of developmental period, reproduction rate, reproductive capacity, and lifespan, individuals fed with wheat flour exhibited faster development.

The findings of this study demonstrated that yellow mealworms developed more rapidly when fed with wheat flour, whereas those fed with red lentil flour had a higher protein content. These findings contribute to the potential re-evaluation of T. molitor as a high-protein alternative food source. However, further research is required to assess the safety, nutritional value, and potential use of these insects as a food source for human consumption.

Keywords: *Tenebrio molitor*, yellow mealworm, protein content, wheat flour, red lentil flour

AMAÇ

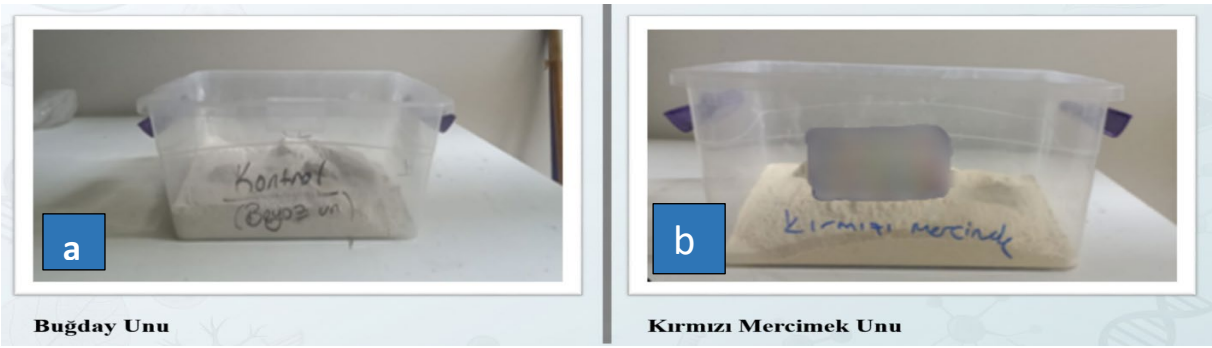
Bu çalışmanın amacı, artan insan nüfusu, iklim değişikliği ve tarım alanlarının verimsiz kullanılmasına karşın yüksek besin değerine sahip alternatif besin kaynağı olarak değerlendirilen sarı un kurdu (*Tenebrio molitor*) larvalarının kırmızı mercimek unu ve buğday unuyla yetiştirilmesi ile elde edilen nesillerin protein değerlerinin belirlenmesidir.

YÖNTEM

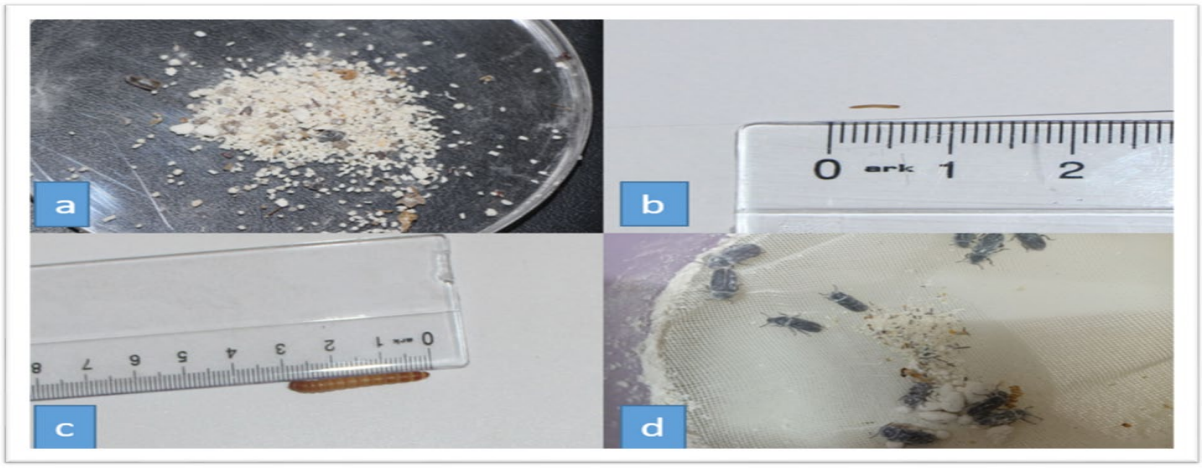
Temin edilen *Tenebrio molitor* larvaları Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü Vivaryum laboratuvarında ergin evresine gelinceye kadar beslenmiş ve üremeleri için yetiştirilmiştir. Yetiştirilen, bakımları yapılan *Tenebrio molitor* erginlerinler haftalık olarak eleme işlemine tabi tutulup(Görsel 2, d) yumurtalarından ayrılmıştır. Elde edilen yumurtalar(Görsel 2, a), daha doğru sonuç alınacağı düşünülerek direkt olarak içinde kırmızı mercimek unu ve buğday unu bulunan kaplara konulmuştur(Görsel 1). Bu kaplarda yumurtadan çıkan mikro un kurtları (ortalama boyutları 0,5 cm)(Görsel 2, b) adlibitum olarak beslenmiştir. Beslenen ve büyüyen larvalar metamorfoz geçirip pupa evresine geçmiştir. Pupa evresine geçen *Tenebrio molitor*'ler besleme kaplarında ayıklanmıştır ve

ergin hale geçip yumurtlamaları için aynı un içeriğine sahip başka kaplara alınmıştır. Bu işlemler tekrarlanarak 2. ve 3. nesiller elde edilene kadar devam ettirilmiştir.

Elde edilen 2. ve 3. nesiller 75°C'de 210 dakika süre ile etüvde kurutulmuştur. Buğday unuyla ve kırmızı mercimek unuyla beslenen larvalarının protein içeriklerini belirlemek amacı ile protein analiz işlemi için hazırlanmıştır. Analiz Gaziantep Üniversitesi Uluğ Bey Yüksek Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (ULUTEM) hizmet alımı ile sağlanmıştır



(Görsel 1, a: buğday unuyla beslenen deney grubu, b: kırmız mercimek unuyle beslenen deney grubu)



(Görsel 2, *Tenebrio molitor*'a ait gelişim evreleri, a: yumurta evresi, b: mikro un kurdu, c: makro un kurdu, d: eleme işlemi)

BULGULAR

Çalışma kapsamında deney gruplarından kırmızı mercimek ve buğday unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının protein içerikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatürde *Tenebrio molitor* larvalarının protein içeriği 187 g/kg olarak bildirilirken, buğday ununun protein içeriği 11,3 g/100g olarak rapor edilmiştir. Çalışmamızda buğday unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının protein içeriği 42,10 g/100g olarak belirlenmiş olup, bu değer buğday ununun protein içeriğinin yaklaşık dört katına karşılık gelmektedir.

Kırmızı mercimek tanelerinin protein içeriği %27,68-32,27 arasında değişmektedir. Buna karşın kırmızı mercimek unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının protein içeriği %43,70 g/100g olarak belirlenmiştir.

Deney Grubu	Protein Miktarı
Kırmızı mercimek	% 27,68-32,27
Kırmızı Mercimek Unuyla Beslenen Un Kurdu	43,70 (g/100 g)
Buğday Unu	11,3(g/100g)
Buğday Unuyla Beslenen Un Kurdu	42,10 (g/100 g)

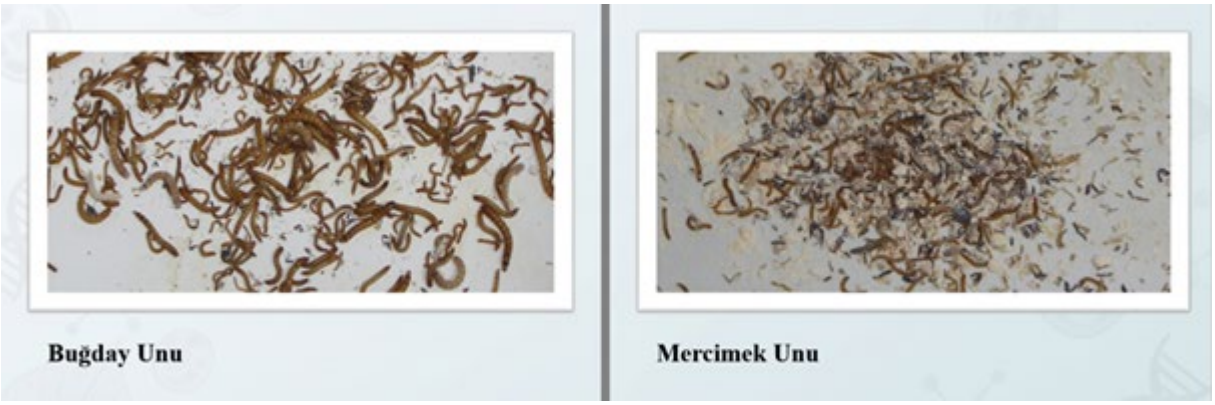
(Tablo 1, kırmızı mercimek unu ve buğday unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının protein içerikleri ve deney gruplarında kullanılanın unların protein içerikleri)

SONUÇ

Protein içeriği karşılaştırmamızda, *Tenebrio molitor* larvalarının düşük protein içeriğine sahip bitkisel kaynakları yüksek proteinli büyokütleye dönüştürebilme kapasitesini açıkça ortaya koymaktadır.

Kırmızı mercimek tanelerinin protein içeriği %27,68-32,27 arasında değişmektedir. Buna karşın, kırmızı mercimek unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının protein içeriği %43,70 g/100g olarak belirlenmiştir.

Yapılan analizlerin sonucunda kırmızı mercimek unuyla beslenen *Tenebrio molitor* larvalarının, saf kırmızı mercimek ununda bulunan protein miktarının yaklaşık iki katı daha yüksek protein içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Protein oranının kırmızı mercimek unuyla beslenen un kurtlarında daha yüksek olmasına karşın, buğday unuyla beslenen un kurtlarının gelişim ve nesil verme oranının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir(Görsel 3).



(Görsel 3, deney gruplarına ait 1. nesil larvaların gelişim karşılaştırması)

Elde edilen tüm bulgular, *Tenebrio molitor* larvalarının yüksek protein dönüşüm verimliliğine sahip olduğunu ve alternatif protein kaynağı olarak değerlendirilme potansiyelini desteklemektedir.

Sonuç olarak yenilebilir böcekler arasında yer alan *Tenebrio molitor* larvalarının farklı baklagil unlarıyla beslenmesi, larvaların protein miktarının artışını sağlamakta ve *Tenebrio molitor* larvalarının alternatif protein kaynağı olarak kullanılabilmesini desteklemektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleşmesine katkılarından dolayı Gaziantep Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (FEF.ÖKAP.24.07) teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

1. Van Huis, A., 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual review of entomology 58: 563-583.

2. FAO (2017). The Future of Food and Agriculture Trends and Challenges. Rome. Retrieved from: https: //www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf.

3 Ravzanaadii, N., Kim, S. H., Choi, W. H., Hong, S. J., & Kim, N. J. (2012). Nutritional value of mealworm, Tenebrio molitor as food source. International Journal of Industrial Entomology, 25(1), 93-98.

4. Ribeiro, N., Abelho, M., & Costa, R. (2018). A review of the scientific literature for optimal conditions for mass rearing Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Entomological Science, 53(4), 434-454.

5. de Carvalho, N. M., Madureira, A. R., & Pintado, M. E. (2020). The potential of insects as food sources–a review. Critical reviews in food science and nutrition, 60(21), 3642-3652.

6. Köseoğlu, S. Z. A. (2019). Bazı tahıl ürünlerinin protein kalite indeksinin protein sindirilebilirliği–düzeltilmiş amino asit skoru (PDCAAS) metodu ile belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (17), 477-482.

7. Küçükay, A. B., Şener, A., & Kaya, M. (2019). Isparta koşullarında yetiştirilen kırmızı mercimek çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7, 97-102.

AI-ASSISTED TELE-GENETIC COUNSELING IN HEREDITARY INFERTILITY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES

HamidReza Sanati

Department of Genetics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Mehdi norouzi

Depatment of Biotechnology,Faculty of Life Sciences and Bioteechnology,Shahid Beheshti University,Tehran,Iran

Fariba Amiri

Department of Obstetrics and Gynecology,Urmia University of Medical Sciences,Urmia,Iran

Fatemeh Sharifian

Department of Obstetrics and Gynecology,Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

Sara Sadat Mirhoseini

Department of Obstetrics and Gynecology,Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

Mahsa Esmailzadeh

Department of Obstetrics and Gynecology,Urmia University of Medical Sciences,Urmia,Iran

Zahra Gholizadeh

Department of Genetics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

ABSTRACT

Background:
Hereditary infertility and genetic reproductive disorders can have a substantial impact on reproductive health, particularly in families with a history of affected children and rare or monogenic conditions. In these families, accurate recurrence-risk assessment and timely genetic counseling are important for informed reproductive decision-making. However, access to specialized genetic services remains limited in many underserved areas. Recent advances in artificial intelligence (AI) and telemedicine may provide new opportunities to extend genetic counseling services beyond conventional clinical settings.

Methods:
A structured narrative review was conducted using PubMed, Scopus, and Web of Science. Studies published between January 2020 and March 2026 were considered. The review focused on the use of AI in reproductive genomics, tele-genetic counseling, and digital fertility care. Of 126 identified studies, 42 met the predefined eligibility criteria and were included in the qualitative synthesis. No formal meta-analysis or risk-of-bias assessment was performed.

Results:
The reviewed literature suggests that AI-based tools may assist with genetic variant interpretation, reproductive risk prediction, and the evaluation of chromosomal and monogenic disorders. Tele-genetic counseling has also been associated with improved access to specialized services, particularly for individuals living in rural or underserved settings. Several studies reported shorter consultation delays, lower healthcare-related costs, and improvements in patient satisfaction and engagement. Nevertheless, the available evidence remains heterogeneous, with limitations including small sample sizes, differences in study design, and limited prospective multicenter validation. Concerns related to data privacy, algorithmic bias, and regulatory oversight also remain.

Conclusion:
AI-assisted tele-genetic counseling may have a useful role in supporting reproductive genetic care for high-risk families, particularly those with a history of affected offspring. By improving access to specialized expertise and supporting risk assessment, these technologies could facilitate more informed reproductive decisions. Further prospective, multicenter studies are needed to determine their clinical validity, safety, cost-effectiveness, and long-term applicability in routine practice.

Keywords: Artificial intelligence; Tele-genetic counseling; Reproductive genetics; Hereditary infertility; Genetic counseling; Reproductive genomics; Genetic disorders; Telemedicine.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION IN STEM CELL THERAPY FOR PREMATURE OVARIAN INSUFFICIENCY: CURRENT EVIDENCE AND TRANSLATIONAL PERSPECTIVES

Zahra Gholizadeh

Department of Genetics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Hamed Aghazadeh

Inventor and Researcher | Pharmaceutical Engineering (M.Pharm.Eng), University of Tehran

Fariba Amiri

Department of Obstetrics and Gynecology,Urmia University of Medical Sciences,Urmia,Iran

Fatemeh Sharifian

Department of Obstetrics and Gynecology,Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

Sara Sadat Mirhoseini

Department of Obstetrics and Gynecology,Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

ABSTRACT

Background:
Premature ovarian insufficiency (POI) is an important reproductive disorder characterized by impaired ovarian function, hormonal disturbances, and infertility. Current treatments primarily address the consequences of ovarian dysfunction, while approaches aimed at restoring ovarian function remain limited. Stem cell-based therapies have therefore attracted increasing attention as potential regenerative strategies. In parallel, artificial intelligence (AI) and machine learning are being explored in reproductive medicine for biomarker discovery, ovarian assessment, and prediction of reproductive outcomes. This review summarizes current evidence on these two emerging fields and evaluates the potential for their future integration in POI.

Methods:
A structured narrative review was conducted using PubMed, Scopus, and Web of Science. Studies published between 2019 and 2026 addressing stem cell-based interventions in POI or applications of AI and machine learning to POI, ovarian function, reproductive medicine, or regenerative medicine were considered. Evidence was qualitatively synthesized, focusing on therapeutic mechanisms, clinical findings, biomarker identification, patient stratification, and potential applications of AI in regenerative treatment research.

Results:
Current evidence suggests that stem cell-based approaches, particularly mesenchymal stem cell-derived interventions, may influence ovarian function through paracrine signaling, modulation of inflammation and apoptosis, angiogenic effects, and alteration of the ovarian microenvironment. However, differences in cell sources, preparation methods, administration routes, patient characteristics, and outcome measures limit direct comparison across studies. AI and machine learning have also been investigated for biomarker discovery and analysis of genetic and clinical variables associated with ovarian dysfunction. These studies demonstrate the potential of computational approaches to identify complex patterns within POI-related datasets. However, direct evidence supporting AI-guided patient selection or prediction of response to stem cell therapy in POI remains limited.

Conclusion:
Stem cell-based therapy and AI represent promising but still developing approaches in POI research. While current evidence supports the biological rationale for ovarian regenerative strategies and the feasibility of AI-assisted analysis, their integration has not yet been clinically established. Future prospective studies should incorporate standardized clinical and biological datasets, well-characterized patient cohorts, and external validation of predictive models to determine whether AI can contribute to individualized stem cell-based approaches for POI.

Keywords: Artificial Intelligence; Machine Learning; Stem Cell Therapy; Premature Ovarian Insufficiency; Ovarian Regeneration; Reproductive Medicine; Precision Medicine

CRISPR-Cas9-MEDIATED GENE CORRECTION IN PATIENT-DERIVED iPSCs: CURRENT EVIDENCE AND CHALLENGES FOR CLINICAL TRANSLATION

Zahra Gholizadeh

Department of Genetics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

Hamid Reza Sanati

Department of Biotechnology,Faculty of Life Sciences and Biotechnology,Shahid Beheshti University,Tehran,Iran

Fariba Amiri

Department of Obstetrics and Gynecology,Urmia University of Medical Sciences,Urmia,Iran

Fatemeh Sharifian

Department of Obstetrics and Gynecology, Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

Sara Sadat Mirhoseini

Department of Obstetrics and Gynecology, Isfahan University of Medical Sciences,Ifahan,Iran

Mahsa Esmailzadeh

Department of Obstetrics and Gynecology,Urmia University of Medical Sciences,Urmia,Iran

Hamed Aghazadeh

Department of Pharmaceutical Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Production and Research Complex, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran

ABSTRACT

Background:
Patient-derived induced pluripotent stem cells (iPSCs) provide valuable models for studying genetic diseases while retaining the patient's genetic background. Combining iPSCs with CRISPR-Cas9 enables correction of disease-associated variants and evaluation of their molecular and cellular consequences. However, most evidence remains preclinical, and the clinical application of CRISPR-corrected iPSCs has not yet been established. This review summarizes recent evidence and the major challenges affecting clinical translation.

Methods:
A structured narrative review was conducted using PubMed, Scopus, and Web of Science. Studies published between 2020 and 2026 investigating CRISPR-Cas9-mediated gene correction in human patient-derived iPSCs were considered. Studies reporting molecular, cellular, or functional outcomes following gene correction were included. Findings were synthesized qualitatively, with emphasis on correction efficiency, functional recovery, and translational limitations.

Results:
Recent studies have demonstrated successful correction of disease-associated variants in patient-derived iPSCs from several monogenic disorders. Nakamura et al. reported correction of an **F5** mutation in patient-derived iPSCs from an individual with factor V deficiency, followed by differentiation into hepatocyte-like cells and recovery of factor V production and activity. More recently, Iwan et al. reported CRISPR/Cas9-mediated correction of the **ATP7B H1069Q** variant in patient-specific iPSCs from an individual with Wilson disease. Corrected cells showed improved ATP7B trafficking and increased resistance to copper exposure following hepatic differentiation. Despite these encouraging findings, important challenges remain, including off-target or unintended genetic alterations, clonal variability, genomic instability, reproducible differentiation, and safety concerns related to residual undifferentiated cells and tumorigenicity.

Conclusion:
CRISPR-Cas9-mediated correction of patient-derived iPSCs represents a promising preclinical strategy for modeling monogenic diseases and investigating genotype–phenotype relationships. However, current evidence remains insufficient to support routine clinical application. Further prospective studies addressing genomic stability, safety, reproducibility, functional durability, and long-term outcomes are required before clinical translation can be considered.

Keywords: CRISPR-Cas9; induced pluripotent stem cells; gene correction; monogenic diseases; disease modeling; genomic stability; clinical translation

AN OVERVIEW OF PREGNANT WOMEN'S SATISFACTION WITH THE IMPLEMENTATION OF PRENATAL CLASSES IN PEMATANGSIANTAR, NORTH SUMATERA

Tengku Sri Wahyuni

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0001-9376-6862

Inke Malahayati

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-0005-6453

Lenny Nainggolan

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0001-9323-0881

ABSTRACT

Background: The quality of maternal health services is a crucial indicator for reducing maternal and infant mortality rates. In Indonesia, the "Pregnant Women's Class" program serves as a promotive-preventive strategy to improve mothers' knowledge, attitudes, and behaviors during pregnancy, childbirth, and the postpartum period. The program's success depends not only on participant coverage but also on pregnant women's satisfaction with the services provided. This study aimed to analyze pregnant women's satisfaction with the Pregnant Women's Class services across five service quality dimensions (SERVQUAL). **Methods:** This descriptive quantitative study employed a crosssectional design involving 140 pregnant women as respondents (n=140). Data on maternal characteristics (age, gestational age, education, employment status, parity) and satisfaction levels (tangibles, reliability, responsiveness, assurance, and empathy dimensions) were collected and analyzed descriptively. **Results:** The mean age of the pregnant women was 29.26 ± 5.28 years, and the mean gestational age was 26.79 ± 6.99 weeks. The majority of respondents had a high school education (62.9%), were unemployed/housewives (77.1%), and were multiparous (68.6%). Regarding the five service quality dimensions, the majority of pregnant women expressed being "very satisfied" with the dimensions of tangibles (73.6%), responsiveness (72.9%), assurance (72.9%), reliability (71.4%), and empathy (70.7%), while the remainder expressed being "satisfied." **Conclusion:** Overall, the Pregnant Women's Class services have been implemented very effectively, with very high participant satisfaction levels across all service quality dimensions. Healthcare service managers are encouraged to maintain and improve facility quality and facilitator competence, particularly regarding empathy and reliability, to ensure the continued participation of pregnant women.

Keywords: pregnant women's class, satisfaction level, service quality, pregnancy

ASSOCIATION OF CELIAC DISEASE AND CEREBRAL VENOUS THROMBOSIS IN CHILDHOOD: CASE REPORT

S.Benabdi

M.Amani

D.Boumendil

Universty Ahmed Benbella 1 Faculty Of Medecine Oran Algeria

Ehs Canastel

ABSTRACT

Background: Cerebral venous thrombosis is a rare but potentially life-threatening neurological condition in children. Multiple acquired factors may contribute to its occurrence. We report a case of extensive cerebral venous thrombosis in a young child with celiac disease and severe protein-energy malnutrition.

Case Presentation: A 4-year-old boy with a history of celiac disease diagnosed at 16 months of age was admitted after a generalized afebrile seizure followed by left-sided hemiplegia and facial and bilateral lower-limb edema. The gluten-free exclusion diet had not been adequately followed. On admission, the child was conscious but poorly cooperative, pale, and clinically hemodynamically stable. Severe protein-energy malnutrition was clinically evident and estimated at 47% according to the Gomez and Waterlow classifications.

Initial cerebral CT revealed hyperdensity of the superior sagittal sinus, suggesting cerebral venous thrombosis. Cerebral MRI confirmed extensive thrombophlebitis involving the superior sagittal sinus, bilateral frontoparietal cortical veins, and partially the left transverse and sigmoid sinuses. This was complicated by extensive right frontal hemorrhagic infarction and a smaller parasagittal frontal hemorrhagic lesion. Chronic bilateral supratentorial subdural hematomas were also identified. EEG showed delayed cerebral maturation, interhemispheric asymmetry, and epileptiform abnormalities. The patient was managed with neurological monitoring, anticoagulation with low-molecular-weight heparin, red blood cell transfusions, albumin infusion, antibiotic therapy, antiepileptic treatment, and functional rehabilitation.

During hospitalization, the edema regressed and partial motor recovery was observed, particularly in the lower limb. Brief facial and lower-limb myoclonias subsequently occurred. A thrombophilia work-up and immunological investigations were initiated for further etiological assessment.

Conclusion: This case highlights the importance of considering cerebral venous thrombosis in children, particularly in the presence of chronic systemic disease and severe malnutrition. Early neuroimaging, especially MRI with venous evaluation, is crucial for diagnosis.

Keywords: Cerebral venous thrombosis; Celiac disease; Protein-energy malnutrition; Hemorrhagic infarction; Pediatric thrombosis.

ESTIMATED BURDEN OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN ALBANIA: A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE

Dr. Zhinzela Qyli

MD, Microbiologist

Faculty of Natural and Human Sciences, Fan S. Noli University, Korçë, Albania

ORCID: 0009-0006-2519-8828

ABSTRACT

Background: Antimicrobial resistance (AMR) is a growing global health threat, particularly in countries with limited surveillance, laboratory capacity, and antimicrobial stewardship. Evidence on the national burden of AMR in Albania remains fragmented, making comparable estimates important for public health planning.

Methods: A descriptive secondary analysis was conducted using publicly available estimates from the Microbial Resistance Global Burden Estimates (MICROBE) platform. Data for Albania in 2021 were examined, focusing on deaths attributable to and associated with bacterial AMR. Attributable deaths represent mortality that could potentially have been prevented if resistant infections had been replaced by susceptible infections, whereas associated deaths include all deaths occurring in people with resistant bacterial infections.

Results: In 2021, bacterial AMR was estimated to be directly attributable to 278 deaths in Albania (uncertainty interval: 196–361). Approximately 1,180 deaths were associated with bacterial AMR (uncertainty interval: 898–1,470).

Conclusion: Bacterial AMR represents a substantial and potentially underestimated public health burden in Albania. The marked difference between attributable and associated mortality indicates the broader contribution of resistant infections to adverse health outcomes. Strengthening microbiological laboratory capacity, national surveillance, resistance reporting, antimicrobial stewardship, appropriate antibiotic prescribing, and public awareness should be prioritised. More comprehensive national data are needed to support evidence-based policies and monitor progress in controlling AMR.

Keywords: antimicrobial resistance; Albania; public health; mortality; antimicrobial stewardship; surveillance

LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ENHANCE ADHERENCE TO COMBINED MEDICAL NUTRITION THERAPY AND HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING PROTOCOLS IN METABOLIC CARE

Dilara FADILOĞLU

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-9094-0205

Istanbul Gelisim University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Türkiye

Ismail A. ELHATY

ORCID : https://orcid.org/0000-0003-4492-2181

Istanbul Gelisim University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Istanbul, Türkiye

ÖZET

Obezite ve tip 2 diabetes mellitus, önemli metabolik hastalıklar arasında yer almaktadır. Kombine yaşam tarzı müdahaleleri glisemik kontrol, vücut kompozisyonu ve fiziksel uygunluk üzerinde iyileşme sağlayabilir. Bununla birlikte, gözetimli müdahalelerden serbest yaşam koşullarına geçişle birlikte tedaviye uyum sıklıkla azalmakta ve bu durum müdahalelerin uzun dönemli etkinliğini sınırlamaktadır. Yapay zekâ destekli dijital teknolojiler, bu uyum açığının giderilmesine yönelik uyarlanabilir destek sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, metabolik bakımda kombine tıbbi beslenme tedavisi ve yüksek yoğunluklu interval antrenmana uyumu geliştirmede yapay zekâ destekli dijital teknolojilerin potansiyel rolüne ilişkin kanıtları eleştirel olarak sentezlemektir. Ayrıca tedaviye uyum (adherence), uygulama sadakati (compliance) ve çalışmadan ayrılma (dropout) kavramlarını birbirinden ayırmak ve uyarlanabilir dijital desteğin en fazla yarar sağlayabileceği davranışsal ve uygulamaya ilişkin noktaları belirlemek amaçlanmıştır.

Yapılandırılmış bir anlatı derlemesi gerçekleştirilmiştir. 2016–2026 yılları arasında yayımlanan çalışmalar öncelikle PubMed ve Scopus veri tabanları üzerinden incelenmiş, Google Scholar ise tamamlayıcı bir kaynak olarak kullanılmıştır. Yetişkinler, metabolik sonuçlar, uyumla ilişkili sonuçlar ve yapay zekâ destekli dijital müdahalelere ilişkin kanıtlar, Capability, Opportunity, Motivation–Behavior modeli ve Self-Determination Theory çerçevesinde sentezlenmiştir.

Bulgular, tedaviye uyumun doğrudan gözetim altında genel olarak daha yüksek olduğunu, ancak ev temelli ve serbest yaşam koşullarına geçiş sonrasında azalabildiğini göstermiştir. Seansların başlatılmaması, egzersiz yoğunluğundan sapma, katılımın azalması, ilerlemenin tutarsızlığı ve gözetimin ortadan kalkması gibi farklı başarısızlık noktaları belirlenmiştir. Bu başarısızlık noktalarını; öngörücü destek, reçeteleyici uyarlama, uyarlanabilir

davranışsal geri bildirim, güvenlik odaklı yönetişim ve bağlama duyarlı geçiş desteği gibi işlevlere özgü yapay zekâ yaklaşımlarıyla ilişkilendiren operasyonel bir çerçeve geliştirilmiştir.

Sonuç olarak, yapay zekâ işlevleri belirli davranışsal ve fizyolojik başarısızlık noktalarıyla uyumlu şekilde tasarlandığında, kombine beslenme ve egzersiz müdahalelerine uyumun sürdürülmesine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, dijital teknolojiler davranış değişikliği stratejilerinin yerini almak yerine onları tamamlamalıdır. Önerilen çerçeve, metabolik bakımda uyarlanabilir yapay zekâ destekli müdahalelerin gelecekte deneysel olarak değerlendirilmesi için bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ; Tıbbi beslenme tedavisi; Yüksek yoğunluklu interval antrenman; Tedaviye uyum; Metabolik bakım

ABSTRACT

Obesity and type 2 diabetes mellitus are major metabolic disorders. Combined lifestyle interventions may improve glycemic control, body composition, and physical fitness. However, adherence frequently declines when supervised interventions transition to free-living settings, limiting their long-term effectiveness. Artificial intelligence-supported digital technologies may offer adaptive support to address this adherence gap.

This study aims to critically synthesize evidence on the potential role of artificial intelligence-supported digital technologies in improving adherence to combined medical nutrition therapy and high-intensity interval training in metabolic care. It also aims to distinguish adherence, compliance, and dropout and identify behavioral and implementation points where adaptive digital support may be most relevant.

A structured narrative review was conducted. Studies published between 2016 and 2026 were reviewed primarily through PubMed and Scopus, while Google Scholar was used as a supplementary source. Evidence concerning adults, metabolic outcomes, adherence-related outcomes, and artificial intelligence-supported digital interventions was synthesized using the Capability, Opportunity, Motivation–Behavior model and Self-Determination Theory.

The findings indicated that adherence is generally stronger under direct supervision but may deteriorate after transition to home-based, free-living conditions. Distinct failure points were identified, including missed-session initiation, exercise intensity drift, declining engagement, inconsistent progression, and loss of supervision. An operational framework was developed linking these failure points to function-specific artificial intelligence approaches, including predictive support, prescriptive adaptation, adaptive behavioral feedback, safety-oriented governance, and context-aware transition support.

In conclusion, artificial intelligence may contribute to sustaining adherence to combined nutrition and exercise interventions when its functions are aligned with specific behavioral and physiological failure points. Digital technology should complement rather than replace behavior-change strategies. The proposed framework provides a basis for future

experimental evaluation of adaptive artificial intelligence-supported interventions in metabolic care.

Keywords: Artificial intelligence; Medical nutrition therapy; High-intensity interval training; Adherence; Metabolic care

POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMUNDA (PMOS) BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI: PATOFİZYOLOJİK MEKANİZMALAR VE BESLENME YAKLAŞIMLARINA GÜNCEL BİR BAKIŞ

GUT MICROBIOTA IN POLYENDOCRINE METABOLIC OVARIAN SYNDROME (PMOS): A CURRENT PERSPECTIVE ON PATHOPHYSIOLOGICAL MECHANISMS AND NUTRITIONAL APPROACHES

Yeşim MUTLU

Yüksek Lisans Öğrencisi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Alanya, Antalya.

ORCID NO: 0000-0003-3019-6588

Dr. Öğr. Üyesi Ceren ŞARAHMAN KAHRAMAN

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Alanya, Antalya.

ORCID NO: 0000-0002-6394-8101

ÖZET

Polikistik Over Sendromu (PKOS), güncel adlandırma önerisiyle Poliendokrin Metabolik Over Sendromu (PMOS), üreme çağındaki kadınlarda sık görülen; reprodüktif, endokrin ve metabolik süreçleri etkileyen heterojen bir sendromdur. İnsülin direnci, hiperandrojenizm ve düşük dereceli kronik inflamasyonun bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler ve bağırsak bariyer bütünlüğündeki bozulmayla ilişkili olması, mikrobiyotanın PMOS patofizyolojisindeki olası rolüne yönelik ilgiyi artırmıştır.

Bu çalışmanın amacı, mevcut literatür doğrultusunda PMOS ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki ilişkiyi, olası patofizyolojik mekanizmaları ve mikrobiyota ile ilişkili metabolitleri inceleyerek PMOS yönetiminde mikrobiyota odaklı beslenme yaklaşımlarını değerlendirmektir. Mevcut çalışmalar, PMOS'lu bireylerde bağırsak mikrobiyotasının bileşimi ve çeşitliliğinde değişiklikler görülebildiğine işaret etmektedir. Bağırsak disbiyozunun; bağırsak bariyer bütünlüğünde bozulma, lipopolisakkaritlere bağlı metabolik endotoksemi ve inflamasyonla ilişkili olabileceği; kısa zincirli yağ asitleri, safra asitleri ve dallı zincirli amino asitler gibi mikrobiyota ile ilişkili metabolitlerdeki değişimlerin ise insülin direnci ve hiperandrojenizm gibi süreçlerle ilişkili olabileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte, kanıtların önemli bir bölümünün hayvan modellerine dayanması ve insan çalışmalarının sınırlı ve heterojen olması nedeniyle nedensellik henüz açıklığa kavuşturulamamıştır.

PMOS yönetiminde liften zengin, düşük glisemik indeksli, prebiyotik bileşenler ve polifenoller açısından zengin beslenme yaklaşımlarının bağırsak mikrobiyotası, insülin duyarlılığı ve inflamasyon üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği bildirilmektedir. PMOS'un heterojen yapısı nedeniyle beslenme yaklaşımlarının metabolik ve klinik

özelliklere göre kişiselleştirilmesi önemlidir. Mikrobiyota odaklı beslenme stratejilerinin klinik etkinliğinin belirlenebilmesi için iyi tasarlanmış, geniş örneklemli insan çalışmalarına gereksinim vardır.

Anahtar kelimeler: Poliendokrin metabolik over sendromu (PMOS), bağırsak mikrobiyotası, bağırsak disbiyozu, mikrobiyota kaynaklı metabolitler, beslenme tedavisi

ABSTRACT

Polycystic ovary syndrome (PCOS), recently proposed to be renamed polyendocrine metabolic ovarian syndrome (PMOS), is a common heterogeneous disorder among women of reproductive age that affects reproductive, endocrine, and metabolic processes. The associations of insulin resistance, hyperandrogenism, and low-grade chronic inflammation with alterations in the gut microbiota and impaired intestinal barrier integrity have increased interest in the potential role of the gut microbiota in the pathophysiology of PMOS.

The aim of this study was to evaluate microbiota-targeted nutritional approaches in the management of PMOS by examining the relationship between PMOS and the gut microbiota, potential underlying pathophysiological mechanisms, and microbiota-related metabolites based on the available literature. Current evidence indicates that alterations in the composition and diversity of the gut microbiota may occur in individuals with PMOS. Gut dysbiosis has been suggested to be associated with impaired intestinal barrier integrity, lipopolysaccharide-induced metabolic endotoxemia, and inflammation, while alterations in microbiota-related metabolites, including short-chain fatty acids, bile acids, and branched-chain amino acids, may be associated with processes such as insulin resistance and hyperandrogenism. However, as a substantial proportion of the available evidence is derived from animal models and human studies remain limited and heterogeneous, causality has yet to be established.

In the management of PMOS, dietary approaches rich in fiber, with a low glycemic index, and high in prebiotic components and polyphenols have been reported to exert beneficial effects on the gut microbiota, insulin sensitivity, and inflammation. Given the heterogeneous nature of PMOS, nutritional approaches should be individualized according to metabolic and clinical characteristics. Well-designed, large-scale human studies are needed to establish the clinical effectiveness of microbiota-targeted nutritional strategies.

Keywords: Polyendocrine metabolic ovarian syndrome (PMOS), gut microbiota, gut dysbiosis, microbiota-derived metabolites, nutritional therapy

GİRİŞ

Polikistik over sendromu (PKOS), güncel adlandırma önerisiyle poliendokrin metabolik over sendromu (PMOS), üreme çağındaki kadınlarda sık görülen, endokrin ve metabolik özellikleri birlikte taşıyan heterojen bir sendromdur (Singh vd., 2023; Teede vd., 2026). Klinik olarak menstrüel siklusta bozukluk, hiperandrojenizm, hirsutizm, akne, obezite ve infertilite gibi bulgularla kendini gösterebilmektedir (Singh vd., 2023; Mimouni ve Giacobini, 2024). Poliendokrin metabolik over sendromu (PMOS), uzun yıllar polikistik over sendromu (PKOS) adıyla ve ağırlıklı olarak üreme sistemi üzerinden ele alınmış olsa da günümüzde yalnızca ovulasyon bozukluğu veya polikistik over görünümü ile sınırlı bir durum olarak değerlendirilmemekte; insülin direnci, hiperinsülinemi, obezite, dislipidemi, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık riski gibi metabolik sorunlar da sendromun

önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Guan vd., 2022; Pililis vd., 2024). Poliendokrin metabolik over sendromunun ortaya çıkış nedeni tam olarak açıklanamamış olsa da hastalığın tek bir mekanizmayla gelişmediği, genetik yatkınlık, çevresel faktörler, yaşam tarzı faktörleri, beslenme alışkanlıkları, insülin direnci, kronik düşük dereceli inflamasyon ve bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerin bu süreçte etkili olabilecek faktörler arasında yer aldığı belirtilmektedir (Singh vd., 2023; Sun vd., 2023).

Bağırsak mikrobiyotası; gastrointestinal sistemde bulunan bakteri, mantar, arke, virüs ve diğer mikroorganizmaların oluşturduğu dinamik bir ekosistemdir. Bu ekosistem enerji metabolizması, bağışıklık sistemi, besin öğelerinin kullanımı, inflamasyon ve hormon dengesi üzerinde etkilidir (Lüll vd., 2021; Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Sağlıklı bağırsak mikrobiyotası, konakçı ile karşılıklı bir denge içinde çalışmaktadır. Bu dengenin bozulması yani disbiyozis, bağırsak bariyer bütünlüğünün zayıflaması, bağırsak geçirgenliğinin artması, inflamatuvar yanıtın güçlenmesi ve metabolik süreçlerin etkilenmesiyle ilişkilidir (Khobragade vd., 2024; Sun vd., 2023).

Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler PMOS'ta görülen insülin direnci, hiperandrojenizm, düşük dereceli inflamasyon ve metabolik bozukluklarla ilişkili olabilir. Ayrıca bağırsak mikrobiyotasının kısa zincirli yağ asitleri (KZYA), lipopolisakkaritler (LPS), safra asitleri, dallı zincirli amino asit (DZAA) metabolizması ve bağırsak-beyin ekseni gibi yollar üzerinden PMOS patofizyolojisine katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Sun vd., 2023; Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Beslenme örüntüsü bağırsak mikrobiyotasını, KZYA üretimini, bağırsak bariyerini, inflamasyonu ve insülin duyarlılığını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Szczuko vd., 2021; Rodriguez Paris vd., 2022). Yapılan bu çalışmada, PMOS ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki ilişkinin güncel literatür ışığında değerlendirilmesi; bu ilişkide rol oynayan patofizyolojik mekanizmaların, mikrobiyota ile ilişkili metabolitlerin ve beslenme temelli tedavi yaklaşımlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Bağırsak Mikrobiyotası

Bağırsak mikrobiyotası, gastrointestinal sistemde yaşayan bakteri, mantar, arke, protozoa ve virüs gibi mikroorganizmaların oluşturduğu canlı ve dinamik bir ekosistemdir. Bu ekosistem kişiden kişiye değişebilmekte ve beslenme, yaşam tarzı, metabolik durum, bağışıklık sistemi ve çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir (Salehi vd., 2024). İnsan bağırsak mikrobiyomu çok sayıda mikroorganizma, tür ve suş içermektedir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Bağırsak mikrobiyotası ürettiği metabolitler ve konakçıyla kurduğu etkileşimler sayesinde metabolizma, bağışıklık sistemi ve hormonal süreçlerde rol oynayabilmektedir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Bu nedenle bağırsak mikrobiyotasını değerlendirirken sadece bakteri türüne değil aynı zamanda bu bakterilerin hangi metabolitleri ürettiği, bağırsak bariyerini nasıl etkilediği ve inflamasyonla nasıl ilişkilendiği de önemlidir (Salehi vd., 2024).

Bağırsak Mikrobiyotasının Fizyolojik Görevleri

Bağırsak mikrobiyotası, sindirilemeyen karbonhidratların fermantasyonu başta olmak üzere birçok metabolik süreçte görev almaktadır. Diyet posası ve dirençli nişasta gibi bileşenler bağırsak bakterileri tarafından fermente edilerek KZYA'lerinin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Salehi vd., 2024).

Bağırsak mikrobiyotası bağışıklık sistemiyle de yakın ilişkili olup bağırsak bariyerinin korunması, inflamatuvar yanıtın düzenlenmesi ve patojen mikroorganizmaların kontrol altında tutulması bu ilişkiyi ortaya koyan fonksiyonlarıdır (Salehi vd., 2024). Bağırsak mikrobiyotası hormon metabolizmasıyla yakından ilişkilidir. Gözlenen bu ilişkiler PMOS

gibi hormonal ve metabolik özellikleri birlikte taşıyan hastalıklar açısından ayrıca önem kazanmaktadır (Salehi vd., 2024).

Mikrobiyotanın Değerlendirilmesi: Alfa ve Beta Çeşitlilik

Bağırsak mikrobiyotası değerlendirilirken genellikle mikrobiyal çeşitlilik, mikrobiyota bileşimi ve belirli bakteri gruplarının göreceli bolluğu üzerinde durulmaktadır. Çalışmalarda en sık kullanılan kavramlardan biri alfa çeşitliliğidir. Alfa çeşitliliği, bir örnek içerisindeki mikrobiyal zenginliği ve çeşitliliği ifade etmektedir (Chadchan vd., 2022; Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Beta çeşitliliği ise farklı bireyler veya gruplar arasındaki mikrobiyota bileşimi farklılıklarını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu kavram PMOS'lu bireyler ile sağlıklı kontrollerin bağırsak mikrobiyota yapılarının karşılaştırılmasında önemlidir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Yapılan bir çalışmada PMOS'lu bireylerde alfa çeşitliliğinin sağlıklı kontrollere göre daha düşük olduğu ve bu durumun hiperandrojenizmle ilişkili olabileceği, özellikle testosteron düzeyi ve hirsutizm ile mikrobiyal çeşitlilik arasında negatif ilişki gözlendiği bildirilmiştir (Chadchan vd., 2022). PMOS'lu bireylerde mikrobiyal çeşitliliğe ilişkin çalışma sonuçları net değildir. Bazı çalışmalarda PMOS'un azalmış alfa çeşitliliği ve beta çeşitliliğindeki değişimlerle ilişkili olabileceği bildirilirken, bazı çalışmalarda mikrobiyal çeşitlilik açısından belirgin bir bozulma gösterilmemiştir (P. Li vd., 2023; Senthilkumar ve Arumugam, 2025; Sun vd., 2023).

Disbiyozis Kavramı

Disbiyozis, bağırsak mikrobiyotasındaki dengenin bozulması anlamına gelmektedir. Bu durum yararlı bakterilerin azalması, patojen veya proinflamatuvar özellik gösterebilecek bakterilerin artması ve mikrobiyal çeşitliliğin değişmesiyle ortaya çıkmaktadır (Geng vd., 2025).

POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMU VE BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ARASINDAKİ İLİŞKİ

PMOS'un yalnızca yumurtalıklarla ilişkili bir durum olmayıp insülin direnci, obezite, inflamasyon, hiperandrojenizm ve metabolik bozukluklarla bir arada seyretmesi ve bağırsak mikrobiyotasının da metabolizma, bağışıklık sistemi, hormon dengesi ve inflamatuvar süreçlerle ilişkili olması, mikrobiyotanın PMOS patofizyolojisinde dolaylı ya da doğrudan rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Salehi vd., 2024; Sun vd., 2023). PMOS ve bağırsak mikrobiyotası yalnızca bakteri çeşitliliği üzerinden incelenmemiş olup aynı zamanda insülin direnci, obezite, düşük dereceli inflamasyon ve hiperandrojenizmle birlikte ele alınmaktadır. Bu nedenle PMOS ve mikrobiyota ilişkisini değerlendirirken sadece "hangi bakteri arttı ya da azaldı" sorusuna odaklanmak yeterli değildir. Bu değişikliklerin metabolik ve hormonal faktörler ile ilişkili olabileceği de dikkate alınmalıdır (Lüll vd., 2021; Sun vd., 2023).

Poliendokrin Metabolik Over Sendromunda Mikrobiyal Çeşitlilik ve Bileşimdeki Değişimler

PMOS'lu bireylerde alfa ve beta çeşitliliğinde değişiklikler olabileceği, tek bir bakteri veya tek bir çeşitlilik ölçütünün kullanılmasının doğru olmayabileceği bildirilmektedir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Liu ve arkadaşlarının çalışmasında PMOS'lu kadınlarda Bacteroides, Escherichia ve Shigella cinslerinde artış bildirilmiştir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Torres ve arkadaşlarının çalışmasında PMOS hastalarında Anaerococcus, Roseburia, Odoribacter ve Ruminococcus cinslerinde azalma bildirilirken; Zeng ve arkadaşlarının insülin direnci olan PMOS'lu kadınlarda yaptığı çalışmada Prevotella düzeylerinin azaldığı, Bacteroides türlerinin ise arttığı gösterilmiştir

(Sun vd., 2023; Senthilkumar ve Arumugam, 2025). P. Li vd. (2023) tarafından yayımlanan sistematik derleme ve meta-analizde ise PMOS'lu bireylerde Shannon indeksi ve filogenetik çeşitlilikte azalma saptanmış ancak observed species, Chao1 ve Simpson indekslerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Aynı çalışmada beta çeşitlilik sonuçlarının da çalışmalar arasında tutarlı olmadığı belirtilmiştir. Bu nedenle PMOS'ta mikrobiyal çeşitlilik ve kompozisyon değişikliklerinden söz edilse de, sonuçların obezite durumu, insülin direnci, hiperandrojenizm ve kullanılan analiz yöntemlerine göre farklılık gösterebildiği düşünülmektedir (P. Li vd., 2023; Senthilkumar ve Arumugam, 2025; Sun vd., 2023). Bu nedenle mikrobiyota sonuçları yorumlanırken çalışma gruplarının özellikleri, obezite durumu, beslenme alışkanlıkları, kullanılan analiz yöntemi ve PMOS fenotipleri birlikte değerlendirilmelidir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025).

Bu bireylerde yararlı bakteri gruplarında azalma olabileceği, özellikle de Lactobacillus ve Bifidobacterium gibi bakterilerin azalmasının, bağırsak bariyer bütünlüğü, inflamasyon ve metabolik yanıtlar açısından önemli olabileceği ancak bu değişikliklerin PMOS'un nedeni mi olduğu, yoksa PMOS'a eşlik eden hormonal ve metabolik bozuklukların bir sonucu mu olduğu net değildir. Bu nedenle mevcut bulgular PMOS ve mikrobiyota arasında bir ilişki olduğunu düşündürse de, bu ilişkinin yönünü kesin olarak açıklamak için yeterli değildir (Sun vd., 2023; Senthilkumar ve Arumugam, 2025).

Poliendokrin Metabolik Over Sendromunda Obezite, Metabolik Fenotip ve Mikrobiyota İlişkisi

Poliendokrin metabolik over sendromu-bağırsak mikrobiyotası ilişkisinde obezite ve metabolik fenotip dikkate alınmalıdır çünkü obezite, PMOS'un metabolik yükünü artırabilen faktörlerdendir. Bağırsak mikrobiyotası da enerji metabolizması, inflamasyon, glukoz dengesi ve lipid metabolizmasıyla ilişkili olduğu için bu tabloyla bağlantılı olabilir (Lüll vd., 2021; Sun vd., 2023). Obez PMOS'lu bireylerde mikrobiyota değişikliklerinin daha belirgin olabileceği bunun obezitenin hem bağırsak mikrobiyotasını etkilemesi hem de inflamatuvar ve metabolik süreçleri ağırlaştırabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lüll vd., 2021; Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Ancak PMOS ve mikrobiyota ilişkisini yalnızca obezite üzerinden açıklamak doğru değildir; obez olmayan PMOS'lu bireylerde de metabolik bozukluklar ve mikrobiyota farklılıkları görülebilmektedir (Lüll vd., 2021).

POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMU PATOGENEZİNDE MİKROBİYOTANIN OLASI ROLÜ

Mikrobiyotanın glukoz ve lipid metabolizması, bağırsak bariyeri, inflamasyon, bağışıklık sistemi ve cinsiyet hormonları üzerinde etkili olması sebebiyle bağırsak mikrobiyotası son yıllarda PMOS patogenezinde daha fazla dikkat çeken konulardan biri olmuştur (Sun vd., 2023).

İnsülin Direnci ve Glukoz Metabolizması

İnsülin direnci, PMOS'ta en sık üzerinde durulan metabolik bozukluklardan biridir. PMOS'lu bireylerde insülin sinyalindeki bozulmalar yalnızca glukoz metabolizmasını etkilemez; aynı zamanda hiperandrojenizmin şiddetlenmesine de katkı sağlayabilir (Guan vd., 2022). Hiperinsülinemi, over teka hücrelerini uyararak androjen üretimini artırabilir. Aynı zamanda karaciğerde seks hormonu bağlayıcı globülin (SHBG) sentezini azaltarak serbest testosteron düzeylerinin yükselmesine neden olabilir (Singh vd., 2023). Güncel çalışmalarda insülin direnci; kas, karaciğer ve adipoz dokuda insülin sinyalinin zayıflaması, ektopik yağ birikimi, oksidatif stres ve inflamasyonla birlikte ilişkilendirilmektedir ve PMOS'ta bu durum daha karmaşık hale gelmektedir (Caretto vd.,

2026). Bu nedenle PMOS'ta insülin direnci ve hiperandrojenizm birbirinden tamamen ayrı iki mekanizma gibi değil, birbirini besleyen bir döngü gibi değerlendirilebilir. Bağırsak mikrobiyotası da bu döngünün bir parçası olabilir. Disbiyozis geliştiğinde bağırsak bariyer bütünlüğü zayıflayabilir ve özellikle gram-negatif bakterilere ait LPS gibi bileşenlerin dolaşıma geçişi kolaylaşabilir. Bu durum inflamatuvar yanıtı artırarak insülin sinyal yollarını olumsuz etkileyebilir (Sun vd., 2023; Khobragade vd., 2024). İnsülin dirençli bir PMOS rat modelinde bağırsak bariyeri ve metabolik belirteçlerin birlikte değişmesi bu ilişkiyi desteklemektedir (Usman vd., 2026). Bir çalışmada PMOS'lu rat modelinde zonulin, Homeostatik Model Değerlendirmesi ile İnsülin Direnci İndeksi (HOMA-IR) ve İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1 (IGF-1) düzeylerinin arttığı; Lactobacillus türleri, KZYA'leri ve over folikül sayısının ise azaldığı bildirilmiştir (Usman vd., 2026). Bu bulgular, mikrobiyota disbiyozu, bağırsak geçirgenliği, insülin direnci ve over fonksiyonları arasında ilişki olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca insülin direnci olan PMOS'lu bireylerde bağırsak mikrobiyota bileşiminin, insülin direnci olmayan PMOS'lu bireylerden farklı olabileceği belirtilmiştir (Sun vd., 2023). PMOS-IR fenotipine odaklanan bir çalışmada ise özellikle Fusobacterium gibi bazı bakterilerin öne çıkması dikkat çekmektedir (Liang vd., 2025). Fusobacterium kaynaklı LPS artışının bağırsak bariyerini bozarak metabolik endotoksemi, inflamasyon ve insülin sinyalinde bozulmaya katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Liang vd., 2025). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, PMOS'ta insülin direnci yalnızca kas, karaciğer ve adipoz doku düzeyindeki bozukluklarla açıklanacak bir durum değildir. Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler, bağırsak geçirgenliğinde artış, LPS aracılı inflamatuvar yanıt ve KZYA üretimindeki azalma da bu sürece katkı sağlayabilir (Sun vd., 2023; Usman vd., 2026).

Obezite, Adipoz Doku ve Bejleşme

Poliendokrin metabolik over sendromunda obezite sık görülen ve hastalığın metabolik yükünü artırabilen bir durum olup abdominal yağlanma; glukoz metabolizması, lipid profili, inflamasyon ve hormonal denge üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir (Guan vd., 2022). Ancak zayıf PMOS'lu bireylerde de hiperandrojenizm, metabolik bozulmalar ve mikrobiyota değişiklikleri görülebilmektedir (Lüll vd., 2021). Adipoz doku; leptin, resistin, TNF-α ve IL-1β gibi mediatörlerin salınımına katkı sağlayarak metabolik ve hormonal süreçleri etkileyebilir (Szczuko vd., 2021). Bu nedenle obeziteyi yalnızca vücut ağırlığı artışı şeklinde değil, adipoz dokunun aktif bir endokrin organ gibi davranması üzerinden değerlendirmek gerekir (Ouyang vd., 2025). Bağırsak mikrobiyotası da bu noktada adipoz doku ile bağlantılıdır.

Obezite ile ilişkili PMOS'ta mikrobiyal çeşitlilikte azalma, kısa zincirli yağ asidi üretiminde değişiklik, bağırsak bariyerinin zayıflaması ve LPS geçişinde artış gibi mekanizmalar öne çıkmaktadır (Ouyang vd., 2025). Bu tabloya son yıllarda beyaz adipoz dokunun bejleşmesi/kahverengileşmesi açısından da bakılmaktadır. Beyaz adipoz dokunun bejleşmesi, beyaz adipositlerin kahverengi yağ dokusuna benzer şekilde daha fazla mitokondri içeren, UCP1 ekspresyonu artmış ve enerji harcaması daha yüksek bir fenotipe yönelmesi olarak açıklanmaktadır. Bu süreçte sempatik sinir sistemi aktivasyonu, mitokondriyal biyogenez, termojenik genlerin uyarılması ve bağırsak mikrobiyotası kaynaklı metabolitlerin etkili olabileceği düşünülmektedir (Ouyang vd., 2025). Beyaz adipoz doku daha çok enerji depolama ile ilişkiliyken, kahverengi ve bej yağ dokusu enerji harcaması ve termogenezle ilişkilidir. Bu nedenle beyaz yağ dokusunun bejleşmesi, metabolik bozukluklar açısından olumlu bir mekanizma gibi değerlendirilmektedir (Ouyang vd., 2025).

PMOS açısından bu konu henüz daha çok deneysel düzeydedir. Deneysel PMOS modellerinde beyaz adipoz dokuda bejleşmenin artması; inflamasyonun azalması, enerji metabolizmasının düzenlenmesi ve metabolik homeostazın iyileşmesiyle ilişkilendirilmiştir (Ouyang vd., 2025). Benzer şekilde DHEA ile oluşturulan PMOS fare modelinde canagliflozin uygulamasının bağırsak mikrobiyotası ve KZYA'ler ile beyaz yağ dokusunda bejleşme ve mitokondriyal biyogenez artışıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (X. Yang vd., 2025). Bu bulgular PMOS'ta mikrobiyota, adipoz doku ve enerji metabolizması arasındaki ilişkinin yalnızca ağırlık artışıyla açıklanamayacağını göstermesi açısından önemlidir.

Ancak bejleşme/kahverengileşme ile ilgili veriler şimdilik daha çok deneysel çalışmalara dayandığı için klinik öneri gibi sunulmamalı, PMOS patogenezini açıklamada güncel ve gelişmekte olan bir mekanizma olarak değerlendirilmelidir.

Hiperandrojenizm ve Cinsiyet Hormonları

Hiperandrojenizm, PMOS'un en belirgin özelliklerinden biridir. Klinik olarak hirsutizm, akne ve saç dökülmesi gibi bulgularla ortaya çıkabilirken, biyokimyasal olarak androjen düzeylerindeki artışla ilişkilidir (Christ ve Cedars, 2023). PMOS'ta hipotalamus-hipofiz-over eksenindeki düzensizlikler LH düzeyinin artmasına ve FSH etkisinin görece azalmasına neden olabilir ve bu durum over teka hücrelerinde androjen üretimini artırırken, androjenlerin östrojene dönüşümünü azaltarak folikül gelişimini olumsuz etkileyebilir (Singh vd., 2023). Bağırsak mikrobiyotası ve cinsiyet hormonları arasında çift yönlü bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Mikrobiyotadaki değişiklikler hormon metabolizmasını etkileyebilirken, hormonal değişiklikler de bağırsak mikrobiyota bileşimini değiştirebilmektedir ve bu ilişki bazı kaynaklarda "mikrogenderome" kavramı ile açıklanmaktadır (Salehi vd., 2024). Mikrogenderome, bağırsak mikrobiyotası ile cinsiyet hormonları arasındaki etkileşimi ifade eder ve PMOS gibi hormonal bozukluklarda önem kazanmaktadır. Bağırsak mikrobiyotasının östrojen metabolizması üzerinde de rol oynayabileceği belirtilmektedir. β-glukuronidaz aktivitesine sahip bakteriler, konjuge östrojenleri yeniden aktif hale getirerek östrojenin tekrar dolaşıma katılmasına katkı sağlayabilir (Salehi vd., 2024). Poliendokrin metabolik over sendromunda mikrobiyal çeşitlilikte azalma ile testosteron düzeyi ve hiperandrojenizm arasında ilişki olabileceği, bunun da bağırsak mikrobiyotasındaki bozulmayla bağlantılı olabileceğini düşündürmektedir (Chadchan vd., 2022). Yapılan bir hayvan çalışmasında bağırsak mikrobiyotasının değiştirilmesinden sonra androjen düzeylerinde ve PMOS benzeri bulgularda değişiklikler gözlemlenmiş olup mikrobiyotanın hiperandrojenizm gelişiminde dolaylı bir rol oynayabileceğini desteklemektedir (Salehi vd., 2024). Mevcut veriler mikrobiyota ile hiperandrojenizm arasında bir bağlantı olduğunu düşündürmektedir; fakat bu bağlantının hangi yönde ve hangi mekanizmalarla geliştiğini netleştirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Sun vd., 2023).

Kronik Düşük Dereceli İnflamasyon

İnflamasyonun insülin direnci, hiperandrojenizm ve metabolik bozukluklarla birlikte PMOS patogenezinde rol oynayabileceği belirtilmektedir (Geng vd., 2025). Poliendokrin metabolik over sendromunda kronik düşük dereceli inflamasyon, hem metabolik hem de üreme fonksiyonları açısından önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Obezite varlığında bu inflamatuvar süreç daha belirgin hale gelmekte; adipoz dokudan salınan TNF-α ve IL-6 gibi proinflamatuvar sitokinler ile dolaşımdaki C-reaktif protein (CRP) gibi inflamasyon belirteçlerinin artışı, insülin sinyalini olumsuz etkileyerek insülin direncinin devam etmesine katkı sağlayabilmektedir (Senthilkumar vd., 2025). Ayrıca bağırsak mikrobiyotasındaki disbiyozis de inflamasyonun artmasında etkilidir. Disbiyozis

geliştiğinde bağırsak bariyeri zayıflayabilir ve bakteriyel ürünlerin dolaşıma geçişi kolaylaşabilir; LPS'nin dolaşıma geçmesi bağışıklık sistemini uyararak inflamatuvar yanıtı artırabilir ve insülin sinyalini olumsuz etkileyebilir (Khobragade vd., 2024). Güncel çalışmalarda LPS'nin Toll Benzeri Reseptör 4/Nükleer Faktör Kappa B (TLR4/NF-κB) yolağı üzerinden inflamatuvar yanıtı artırabileceği, bu süreçte TNF-α ve IL-6 gibi sitokinlerin yükselerek insülin direncini destekleyebileceği belirtilmektedir (Usman vd., 2026).

İnflamasyonun artması over fonksiyonları üzerinde de etkili olabilir. PMOS'lu bireylerin foliküler sıvısında IL-1β ve IL-18 gibi proinflamatuvar sitokinlerin yüksek bulunması, over dokusunda inflamatuvar süreçlerin aktif olabileceğini göstermektedir (Geng vd., 2025). Son yıllarda NOD-benzeri reseptör ailesi pirin domaini içeren 3 (NLRP3) inflammasom-piroptoz yolu ile PMOS'ta görülen over disfonksiyonu arasında ilişki olabileceği bildirilmiştir. Bu bulgu, inflamasyonun PMOS'ta yalnızca metabolik değil, üreme fonksiyonları açısından da önemli olabileceğini düşündürmektedir (Geng vd., 2025).

Bağırsak Bariyeri ve Bağırsak Geçirgenliği

Bağırsak bariyeri, bağırsak içeriği ile sistemik dolaşım arasında koruyucu bir sınır görevi görmektedir ve bu bariyerin bütünlüğü mukus tabakası, epitel hücreleri ve sıkı bağlantı proteinleri sayesinde korunmaktadır. Tight junction (sıkı bağlantı) proteinleri olarak bilinen okludin, klaudin ve zonula occludens gibi yapılar bağırsak geçirgenliğinin düzenlenmesinde önemlidir (Khobragade vd., 2024). Bu yapılardaki bozulmalar bağırsak bariyer bütünlüğünü zayıflatarak geçirgenliği artırabilir. Basit şeker, yağ ve kalori bakımından zengin; posa açısından yetersiz beslenme bağırsak epitel hücreleri arasındaki bağlantıları olumsuz etkileyebilir ve bu durum bağırsak geçirgenliğini artırarak gram-negatif bakterilere ait LPS'nin dolaşıma geçmesine zemin hazırlayabilir (Khobragade vd., 2024). Dolaşıma geçen LPS bağışıklık yanıtını aktive ederek kronik inflamasyon, insülin reseptör fonksiyonunda bozulma, hiperglisemi ve testosteron düzeylerinde artışla ilişkili olabilir. Tüm bu mekanizmalar PMOS patogenezinde bağırsak bariyerinin neden önemli olduğunu göstermektedir (Khobragade vd., 2024).

Bağırsak geçirgenliğinin değerlendirilmesinde zonulin de önemli bir belirteç olarak ele alınmaktadır. İnsülin dirençli PMOS rat modelinde zonulin düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek bulunması, bariyer bütünlüğündeki bozulmanın PMOS-IR ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (Usman vd., 2026). Aynı çalışmada önerilen modelde PMOS ile ilişkili değişikliklerin zonulin artışı üzerinden HOMA-IR ve IGF-1 düzeyleriyle bağlantılı olabileceği gösterilmiştir (Usman vd., 2026). PMOS-bağırsak mikrobiyotası disbiyozu hipotezi, bağırsak disbiyozisi ve geçirgenlikteki artışın hastalığın metabolik ve hormonal bulgularına katkı sağlayabileceğini, bağırsaktan dolaşıma geçen bakteriyel bileşenlerin inflamatuvar yanıtı artırarak metabolik bozukluklara katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır (Geng vd., 2025).

Bağırsak-Beyin Ekseni ve Psikolojik Etkiler

Poliendokrin metabolik over sendromunda bağırsak mikrobiyotası yalnızca metabolik ve hormonal mekanizmalarla değil, psikolojik sağlıkla da yakından ilişkilendirilmekte olup depresyon, anksiyete ve uyku sorunları PMOS'lu bireylerde sık gözlenmektedir (Łagowska ve Ptaszyńska, 2026). Bağırsak-beyin ekseni; bağırsak mikrobiyotası, enterik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi, hipotalamus-hipofiz-adrenal eksen ve bağışıklık sistemi arasındaki çift yönlü iletişimi ifade eder ve bu sistemde bağırsak kaynaklı metabolitler, hormonlar ve inflamatuvar mediatörler PMOS'ta hem metabolik hem de hormonal süreçlerle ilişkili olabilir (Sun vd., 2023).

MİKROBİYOTA İLE İLİŞKİLİ METABOLİTLER VE POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMU

Bağırsak mikrobiyotası, besin öğelerinin sindirimi ve fermantasyonu sırasında farklı metabolitler üretmekte, bu metabolitler yalnızca bağırsak içerisinde kalmayıp dolaşıma katılarak glukoz metabolizması, inflamasyon, bağırsak bariyer bütünlüğünün korunması, iştah mekanizmaları ve hormon dengesi üzerinde etkili olmaktadır (Salehi vd., 2024). PMOS'ta insülin direnci, hiperandrojenizm, düşük dereceli inflamasyon, obezite ve kardiyometabolik riskler çoğu zaman birbiriyle bağlantılı şekilde ilerlediğinden KZYA'leri, safra asitleri, dallı zincirli amino asitler (DZAA) ve TMAO gibi mikrobiyota ile ilişkili metabolitlerin yanı sıra LPS gibi mikrobiyal bileşenlerin PMOS'un metabolik ve hormonal yönünü açıklamada yardımcı olabileceği belirtilmektedir (Khobragade vd., 2024).

Mikrobiyota ile ilişkili metabolitler, PMOS'ta beslenme tedavisinin neden yalnızca kalori hesabı üzerinden düşünülmemesi gerektiğini göstermektedir. Çünkü diyetin içeriği bağırsak mikrobiyotasını etkilemekte, mikrobiyota da metabolit üretimini değiştirebilmektedir (Sivasankari ve Usha, 2022). Genel olarak mikrobiyota ile ilişkili metabolitler, PMOS'un metabolik ve hormonal yönlerini anlamada önemli ipuçları sunmaktadır. Ancak bu metabolitleri tek başına tedavi hedefi gibi görmek doğru değildir. Daha doğru yaklaşım, bu metabolitleri beslenme ve mikrobiyota ilişkisini açıklayan destekleyici mekanizmalar olarak değerlendirmektir (da Silva vd., 2024).

Kısa Zincirli Yağ Asitleri (KZYA)

Kısa zincirli yağ asitleri, bağırsak bakterilerinin özellikle diyet posası ve dirençli nişastayı fermente etmesi sonucu oluşan metabolitlerdir. Asetat, propiyonat ve bütirat en çok üzerinde durulan KZYA'leri olup bu metabolitler bağırsak bariyerinin korunması, inflamasyonun azalması ve metabolik dengenin desteklenmesi açısından önemlidir (Salehi vd., 2024). Özellikle bütirat, bağırsak epitel hücreleri için enerji kaynağıdır ve bariyer bütünlüğünün korunmasına katkı sağlayabilmektedir (Geng vd., 2025). PMOS'ta bağırsak mikrobiyotasındaki bozulmaların KZYA üretimini de etkileyebileceği ve KZYA düzeylerindeki değişikliklerin insülin duyarlılığını, glukoz metabolizmasını ve inflamatuvar yanıtı olumsuz etkileyebileceği bildirilmektedir (Salehi vd., 2024).

Bu noktada posa alımı daha önemli hale gelmektedir çünkü posadan zengin beslenme bağırsak bakterileri için fermente edilebilir substrat sağlar ve KZYA üretimini destekler (Sivasankari ve Usha, 2022).

Safra Asitleri ve IL-22 İlişkisi

Bağırsak mikrobiyotası safra asidi metabolizmasında da görev almaktadır. Safra asitleri yalnızca yağların sindirimi için değil, glukoz metabolizması, lipid dengesi ve inflamatuvar yanıt üzerinde de etkili olabilmektedir. PMOS'lu bireylerde bazı safra asitlerinin sağlıklı kontrollere göre daha düşük olabileceği, özellikle glikodeoksikolik asit ve tauroursodeoksikolik asit düzeylerindeki azalmanın bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Khobragade vd., 2024). Qi ve arkadaşlarının çalışmasında, Bacteroides vulgatus artışının glikodeoksikolik asit ve tauroursodeoksikolik asit düzeylerinde azalma ve IL-22 yanıtındaki değişikliklerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Khobragade vd., 2024). Bu mekanizma, bağırsak mikrobiyotası, safra asidi metabolizması ve immün yanıtın PMOS patogenezinde birlikte rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Ancak özellikle insan çalışmaları ve klinik uygulamaya yansıması açısından bu ilişkinin henüz tam olarak netleşmediği ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmelidir (Sun vd., 2023).

Dallı Zincirli Amino Asitler (DZAA)

Dallı zincirli amino asitler; valin, lösin ve izolösin gibi esansiyel amino asitlerden oluşmaktadır. PMOS'lu obez bireylerde DZAA düzeylerinin artabileceği ve bunun insülin direnci ile hiperandrojenizmle ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Qin vd., 2025). Bağırsak mikrobiyotasındaki Prevotella copri ve Bacteroides vulgatus gibi bazı bakteri türlerinin DZAA metabolizması üzerinde etkili olabileceği belirtilmektedir. Hayvan çalışmalarında Prevotella copri artışının dolaşımdaki DZAA düzeylerini yükselterek glukoz intoleransına ve insülin direncine yol açabileceği bildirilmiştir (Qin vd., 2025). Bu durum bağırsak mikrobiyotasının metabolik bozukluklara yalnızca inflamasyon üzerinden değil, amino asit metabolizması üzerinden de etki edebileceğini düşündürse de mekanizma henüz tam olarak net değildir.

Trimetilamin/Trimetilamin N-Oksit (TMA/TMAO)

Bağırsak mikrobiyotası kolin metabolizması üzerinden trimetilamin (TMA) üretimine katkı sağlayabilir. TMA karaciğerde trimetilamin N-oksit yani TMAO'ya dönüştürülür. TMAO; inflamasyon, insülin direnci, trombosit agregasyonu ve kolesterol metabolizmasıyla ilişkilendirilen bir metabolit olup PMOS'lu bireylerde plazma TMAO düzeylerinin daha yüksek olabileceği bildirilmiştir (Khobragade vd., 2024). Bu durum PMOS'ta bağırsak mikrobiyotası ile kardiyometabolik riskler arasında bir bağlantı olabileceğini düşündürmektedir (Guan vd., 2022).

POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMUNDA MİKROBİYOTA ODAKLI BESLENME YAKLAŞIMLARI

Poliendokrin metabolik over sendromu yalnızca ovulasyon bozukluğu ya da hiperandrojenizmle sınırlı bir tablo olmayıp insülin direnci, abdominal obezite, dislipidemi ve düşük dereceli inflamasyon gibi metabolik sorunlar ile ilişkili olduğundan yönetiminde beslenme tedavisi primer yaklaşımlardan biridir (Capozzi vd., 2025). Son yıllarda bağırsak mikrobiyotasının da bu süreçlerle ilişkili olabileceğinin düşünülmesi, PMOS'ta beslenme tedavisini yalnızca enerji hesabı veya ağırlık kaybı üzerinden değil, daha geniş bir açıdan değerlendirmeyi gerektirmektedir (Patel, 2026; Sivasankari ve Usha, 2022). Literatürde PMOS için tek bir diyet modelinden bahsetmek doğru değildir. Düşük glisemik indeksli diyet, DASH diyeti, Akdeniz diyeti, düşük karbonhidratlı diyetler, ketojenik diyetler, yüksek proteinli diyetler, enerji kısıtlı diyetler ve zaman kısıtlı beslenme gibi farklı yaklaşımlar incelenmiştir ancak burada önemli olan, her PMOS'lu bireye aynı beslenme modelini uygulamamaktır (Capozzi vd., 2025). Kişinin PMOS fenotipi, vücut ağırlığı, insülin direnci durumu, lipid profili, menstrüel siklus düzeni, gastrointestinal toleransı, beslenme alışkanlıkları ve diyeti sürdürebilme durumu birlikte değerlendirilmelidir. Beslenme tedavisiyle insülin duyarlılığının artırılması, hiperandrojenizmin hafifletilmesi, menstrüel döngünün desteklenmesi, inflamasyonun azaltılması ve uzun dönemde kardiyometabolik risklerin düşürülmesi hedeflenmelidir (Capozzi vd., 2025; Patel, 2026).

Düşük Glisemik İndeksli Diyet

Düşük glisemik indeksli ve düşük glisemik yüklü beslenme, özellikle insülin direnci olan PMOS'lu bireylerde postprandiyal glukoz ve insülin yanıtını daha dengeli hale getirebilir (Capozzi vd., 2025; Patel, 2026). Bu yaklaşımda beyaz unlu ürünler, şekerli içecekler, rafine karbonhidratlar ve yüksek şeker içeren besinler sınırlandırılırken; tam tahıllar, kurubaklagiller, sebzeler, meyveler ve lif içeriği yüksek karbonhidrat kaynakları daha fazla öne çıkarılmalıdır. Bu besinler hem glisemik yanıtı daha kontrollü hale getirebilir hem de bağırsak bakterileri için fermente edilebilir karbonhidrat sağlayabilir (Patel, 2026; Sivasankari ve Usha, 2022). Bu nedenle PMOS'ta amaç karbonhidratı tamamen çıkarmak

değil; rafine karbonhidratı azaltıp posadan zengin ve kaliteli karbonhidrat kaynaklarını artırmak olmalıdır (Jin vd., 2025; Sivasankari ve Usha, 2022).

Akdeniz ve DASH Diyetleri

Akdeniz diyeti, PMOS'ta uygulanabilir ve sürdürülebilir beslenme modellerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, zeytinyağı, balık, yağlı tohumlar ve polifenolden zengin besinleri içermesi nedeniyle hem metabolik hem de antiinflamatuvar açıdan avantajlıdır (Barrea vd., 2021; Patel, 2026). Barrea vd. (2019) çalışmasında PMOS'lu kadınlarda testosteron, açlık insülini, açlık glukozu ve HOMA-IR değerlerinin daha yüksek olduğu; buna karşılık Akdeniz diyetine uyumun, sızma zeytinyağı, kurubaklagil, balık/deniz ürünleri, kuruyemiş, kompleks karbonhidrat, lif, MUFA ve n-3 PUFA alımının daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Fazla kilolu PMOS'lu bireylerde yapılan başka bir çalışmada ise 12 hafta süreyle enerji kısıtlı Akdeniz tipi beslenme ile düşük karbonhidrat yaklaşımının birlikte uygulandığı model, düşük yağlı diyetle karşılaştırılmıştır. Akdeniz tipi/düşük karbonhidrat grubunda vücut ağırlığı, BKİ, bel çevresi, bel/kalça oranı, vücut yağ yüzdesi, total testosteron, LH, LH/FSH oranı, açlık glukozu, açlık insülini, HOMA-IR, trigliserid, total kolesterol ve LDL kolesterol düzeylerinde daha belirgin iyileşmeler bildirilmiştir (Mei vd., 2022). Ancak bu çalışmada bağırsak mikrobiyotası doğrudan incelenmediği için, bu sonuçları mikrobiyota üzerine kesin kanıt gibi değerlendirmek mümkün değildir.

Akdeniz diyetinin mikrobiyota açısından da katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Kurubaklagiller, tam tahıllar, sebze ve meyveler fermente edilebilir karbonhidratlar ve posa açısından destek sağlarken; zeytinyağı, renkli sebze-meyveler ve diğer bitkisel besinler polifenol alımını artırmaktadır. Bu yönüyle Akdeniz diyeti PMOS'ta yalnızca ağırlık kaybı veya insülin direnci açısından değil; bağırsak mikrobiyotası, inflamasyon ve genel beslenme kalitesi açısından da bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir (Patel, 2026).

DASH diyeti de sebze, meyve, tam tahıl, kurubaklagil, yağlı tohum ve düşük doymuş yağ içeriğiyle Akdeniz diyetine benzer bazı özellikler taşımaktadır. PMOS'ta DASH diyetinin HOMA-IR, açlık glukozu, açlık insülini ve trigliserid düzeyleri üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği bildirilmiştir (Juhász vd., 2024). Ancak PMOS ve bağırsak mikrobiyotası üzerine doğrudan kanıtlar sınırlı olduğu için, bu çalışma kapsamında DASH diyetini ayrı bir mikrobiyota temelli diyet modeli olarak ele almak yerine; bitkisel besinlerden ve posadan zengin, metabolik açıdan destekleyici bir yaklaşım olarak değerlendirmek daha doğru olabilir.

Polifenol İçeriği Zengin Beslenme

Polifenoller; sebze, meyve, çay, kakao, üzüm, zeytinyağı, baharatlar, kurubaklagiller ve bazı tam tahıllarda bulunan biyoaktif bileşiklerdir; özellikle antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri nedeniyle dikkat çekmektedir (Zhou vd., 2024). Polifenollerin bağırsak mikrobiyotasıyla ilişkisi tek yönlü değildir. Diyetle alınan polifenollerin bir kısmı ince bağırsakta tamamen emilmeden kolona ulaşabilir ve burada bağırsak mikroorganizmaları tarafından metabolize edilebilir. Aynı zamanda polifenoller Lactobacillus ve Bifidobacterium gibi yararlı bakterilerin gelişimini destekleyebilir, zararlı bakterilerin çoğalmasını baskılayabilir ve bağırsak mikrobiyal dengesine katkı sağlayabilir (Zhou vd., 2024).

PMOS'ta polifenol desteğini değerlendiren güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde 15 randomize kontrollü çalışma ve 916 PMOS'lu kadın incelenmiştir. Bu çalışmada polifenol desteğinin plaseboya göre serum insülin, BKİ ve LH düzeylerinde azalma ile

ilişkili olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık testosteron düzeylerinde anlamlı fark saptanmamıştır. Yani polifenoller umut verici görünse de tüm metabolik ve hormonal parametreleri aynı düzeyde iyileştiren bir yaklaşım gibi düşünülmemelidir (Almeida Balieiro vd., 2024).

Ketojenik Diyet

Diyette karbonhidrat alımının azaltılması insülin yanıtını azaltabilir ve over kaynaklı androjen üretiminin azalmasını destekleyebilir. Obezite ve insülin direncinin belirgin olduğu PMOS'lu bireylerde ketojenik diyet incelenen yaklaşımlar arasında yer almaktadır (W. Yang vd., 2025). Ketojenik diyet kısıtlı karbonhidrat ve yüksek yağ içeren bir beslenme modelidir. Yapılan bazı çalışmalarda PMOS'lu bireylerde ketojenik diyetin vücut ağırlığı, insülin direnci ve bazı hormonal parametrelerde olumlu etkiler sağlayabileceği bildirilmiş olsa da ketojenik diyetin uzun dönem sürdürülebilirliği ve bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri dikkatli değerlendirilmelidir (W. Yang vd., 2025). Ketojenik diyet uygulanırken posa alımının yeterliliği önemlidir; çünkü düşük posa alımı KZYA üretimini ve bağırsak bariyerini olumsuz etkileyebilir (Sivasankari ve Usha, 2022). Bireyin lipid profili, gastrointestinal toleransı, yeme davranışı, sürdürülebilirliği, ekonomik durumu ve besin çeşitliliği birlikte değerlendirilmelidir.

Aralıklı Oruç ve Zaman Kısıtlı Beslenme

Aralıklı oruç ve zaman kısıtlı beslenme, PMOS'ta son yıllarda incelenen beslenme yaklaşımları arasında yer almakta olup bu beslenme modellerindeki amaç yalnızca enerji alımını azaltmak değil; öğün zamanlaması, sirkadiyen ritim, insülin duyarlılığı gibi faktörleri iyileştirmektir. Aralıklı oruç çalışmalarında vücut ağırlığı, BKİ, glisemik göstergeler, lipid profili ve hormonal parametreler değerlendirilmiştir. Bir meta-analizde vücut ağırlığı, BKİ, açlık glukozu ve insülini, HOMA-IR, trigliserid, DHEA-S, FAI ve CRP düzeylerinde azalma ve SHBG düzeyinde artış bildirilirken (Ranneh vd., 2025), başka bir meta-analizde BKİ, glisemik kontrol ve lipid parametreleri üzerinde anlamlı etki saptanmamıştır (Aolymat vd., 2025). Ancak çalışmaların süresi, örneklem büyüklüğü ve uygulanan protokoller birbirinden farklı olduğundan zaman kısıtlı beslenmeyi PMOS'ta standart bir tedavi modeli gibi önermek henüz net bir yaklaşım değildir (An vd., 2026; Talebi vd., 2024). Mikrobiyota açısından bakıldığında ise bu konu henüz yeni bir alandır. Bu yüzden zaman kısıtlı beslenmeyi PMOS'ta mikrobiyotayı kesin olarak düzenleyen bir yöntem gibi değil, ileride daha fazla araştırılması gereken destekleyici bir alan olarak ele almak daha doğru bir yaklaşım olabilir.

Enerji Kısıtlaması, Protein Kalitesi ve Protein Kaynakları

Fazla kilolu veya obez PMOS'lularda enerji kısıtlamasıyla sağlanan ağırlık kaybı, vücut kompozisyonu, hiperandrojenizm ve bazı metabolik göstergeler üzerinde olumlu etkiler sağlayabilir (Deshmukh vd., 2023). Ancak burada amaç çok düşük enerjili, sürdürülemeyen ve besin çeşitliliğini bozan diyetler olmamalıdır. Enerji kısıtlaması yapılırken diyetin protein, posa, vitamin-mineral ve yağ asidi kalitesi korunmalıdır. PMOS'ta protein alımı tokluk, vücut kompozisyonu, glisemik kontrol ve ağırlık yönetimi açısından önemlidir. PMOS'ta protein alımı planlanırken yalnızca miktar değil, protein kaynağı ve diyetin genel kalitesi de dikkate alınmalıdır (Patel, 2026; Sivasankari ve Usha, 2022). Hayvansal ve bitkisel protein kaynakları bağırsak mikrobiyotasını farklı yönde etkileyebilir; bitkisel protein kaynakları yararlı bakterileri ve KZYA üretimini destekleyebilir (Patel, 2026; Sivasankari ve Usha, 2022). Bu nedenle PMOS'lu bireylerde protein alımının planlanmasında yalnızca tüketim miktarı yerine protein kaynaklarının çeşitliliğine de bakılmalıdır. Sonuç olarak PMOS'ta enerji kısıtlaması, protein miktarı ve protein kalitesi birlikte düşünülmelidir.

MİKROBİYOTA MODÜLASYONU VE DESTEKLEYİCİ YAKLAŞIMLAR

Poliendokrin metabolik over sendromunun yönetiminde mikrobiyota temelli yaklaşımlar arasında probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, postbiyotikler yer almaktadır. Bu yaklaşımların temel amacı; bağırsak mikrobiyota dengesini desteklemek, bağırsak bariyer bütünlüğünü korumak, inflamasyonu azaltmak ve insülin duyarlılığını iyileştirmektir (Sivasankari ve Usha, 2022). Ancak bu destekler PMOS'ta tek başına tedavi gibi değil, beslenme ve yaşam tarzı düzenlemelerini tamamlayan yaklaşımlar olarak değerlendirilmelidir.

Probiyotikler

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerinde yararlı etkiler gösterebilen canlı mikroorganizmalardır (Salehi vd., 2024). Probiyotikler bağırsak mikrobiyotasını düzenleme, inflamasyonu azaltma, bağırsak bariyerini destekleme ve metabolik parametreler üzerinde olumlu etki gösterme potansiyeli taşımaktadır (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). PMOS'ta probiyotik müdahalelerde özellikle Lactobacillus ve Bifidobacterium türleri incelenmiş; bu müdahalelerin bağırsak mikrobiyotası, KZYA üretimi, inflamasyon ve metabolik süreçler üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir (Salehi vd., 2024; Senthilkumar ve Arumugam, 2025).

PMOS'lu bireylerde probiyotik kullanım süresi genellikle 8–12 hafta arasında değişmekte, bazı çalışmalarda 12 hafta boyunca Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei ve Bifidobacterium bifidum içeren probiyotik takviyelerinin total testosteron, SHBG, hs-CRP ve oksidatif stres belirteçleri üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği bildirilmektedir (Tabrizi vd., 2022).

Probiyotiklerin yalnızca metabolik parametreler değil, psikolojik durum üzerine etkileri de araştırılmıştır. Sistematik incelemede, özellikle Lactobacillus ve Bifidobacterium türlerini içeren probiyotik takviyelerinin depresyon, anksiyete ve genel sağlık durumu üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği; bazı çalışmalarda Beck Depresyon Ölçeği ve Beck Anksiyete Ölçeği skorlarında azalma saptandığı belirtilmiştir (Łagowska ve Ptaszyńska, 2026). Bununla birlikte bazı müdahalelerde probiyotikler vitamin desteği, diyet değişikliği veya yaşam tarzı müdahaleleri ile birlikte uygulandığı için, probiyotiklerin bağımsız etkilerini değerlendirmek güçleşmektedir (Łagowska ve Ptaszyńska, 2026).

Buna rağmen probiyotik kullanımının PMOS'lu bireylerde insülin metabolizması, CRP ya da psikolojik semptomlar üzerinde her zaman anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı da belirtilmektedir (Łagowska ve Ptaszyńska, 2026; Tabrizi vd., 2022). Bu nedenle probiyotiklerin PMOS'taki etkileri değerlendirilirken kullanılan suş, doz, müdahale süresi ve eşlik eden diğer tedaviler dikkate alınmalıdır.

Prebiyotikler, İnülin ve Dirençli Posa

Prebiyotikler, bağırsaktaki yararlı bakterilerin büyümesini ve aktivitesini destekleyen fermente edilebilir bileşenlerdir. İnülin, fruktooligosakkaritler, galaktooligosakkaritler, laktuloz ve dirençli dekstrin bu grupta yer almaktadır (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Prebiyotikler Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi yararlı bakterilerin artışını desteklemekte ve PMOS'ta bu yararlı bakteri gruplarının azaldığı bildirildiğinden kullanımı yararlı olabilir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Prebiyotiklerin etkisi sadece yararlı bakteri artışını sağlaması ile sınırlı olmayıp, bağırsak bakterileri tarafından metabolize edilerek asetat, propiyonat ve bütirat gibi KZYA'lerinin oluşumunu artırabilir. Kısa zincirli yağ asitleri ise bağırsak bariyerinin korunması, inflamasyonun azaltılması, glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığı üzerinde olumlu etkiler gösterebilir (Geng vd., 2025).

İnülin, PMOS çalışmalarında öne çıkan prebiyotiklerden biridir. Randomize çift kör plasebo kontrollü çalışmada 12 hafta boyunca günlük 10 g inülin tipi fruktan takviyesi alan fazla kilolu ve obez PMOS'lu bireylerde vücut ağırlığı, bel çevresi, hiperandrojenizm, insülin direnci ve bazı metabolik belirteçlerde iyileşmeler gözlenmiştir (Ziaei vd., 2023). Aynı araştırma grubunun inflamasyon, oksidatif stres ve endotelyal disfonksiyon belirteçlerini değerlendirdiği çalışmada ise özellikle yüksek performanslı inülin grubunda hs-CRP düzeylerinde azalma bildirilmiştir (Ziaei vd., 2022).

Sinbiyotikler

Sinbiyotikler, probiyotik ve prebiyotiklerin birlikte kullanılmasıyla oluşan kombinasyonlardır (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Buradaki amaç hem yararlı mikroorganizmaları almak hem de bu mikroorganizmaların bağırsakta çoğalmasını destekleyecek uygun ortamı sağlamaktır (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Yapılan bir çalışmada 12 hafta boyunca Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei, Bifidobacterium bifidum ve inülin içeren sinbiyotik takviye kullanılmıştır ve takviyenin PMOS'lu kadınlarda SHBG düzeylerini artırırken serum insülini ve HOMA-IR skorunu azaltabildiği gösterilmiştir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Bu bulgular, sinbiyotiklerin özellikle insülin metabolizması ve bazı hormonal parametreler açısından destekleyici potansiyel taşıyabileceğini düşündürmektedir. Ancak sinbiyotikler için de net bir standarttan söz etmek zordur (Senthilkumar ve Arumugam, 2025).

Postbiyotikler

Postbiyotikler, canlı mikroorganizma içermeyen ancak mikroorganizmaların metabolik ürünleri aracılığıyla yararlı etki gösterebileceği düşünülen bileşenlerdir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Postbiyotiklerin insülin duyarlılığı, inflamasyon ve androjen düzeyleri üzerinde dolaylı etkiler oluşturabileceği düşünülmekle birlikte PMOS'ta postbiyotiklerle ilgili kanıtlar sınırlıdır. Bu nedenle postbiyotikler PMOS tedavisinde kanıtlanmış bir tedavi olarak değil ileride daha fazla araştırılması gereken bir alan olarak ele alınmalıdır (Senthilkumar ve Arumugam, 2025).

POLİENDOKRİN METABOLİK OVER SENDROMUNDA FARMAKOLOJİK TEDAVİ VE MİKROBİYOTA İLİŞKİSİ

Poliendokrin metabolik over sendromunun yönetiminde kullanılan oral kontraseptifler, metformin ve GLP-1 reseptör agonistleri gibi bazı ilaçların bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisi son zamanlarda araştırılmaya başlanmış olmakla birlikte sonuçlar henüz net değildir. Çalışmaların küçük örneklem boyutuna sahip olması, kısa süreli müdahalelerden oluşması veya hayvan çalışmalarını içermesi sonuçların genellenebilirliğini engellemektedir (Gan vd., 2023; Tayachew vd., 2022; Xiong vd., 2024).

Kombine oral kontraseptifler PMOS'ta özellikle hiperandrojenizm, akne, hirsutizm ve menstrüel düzensizliklerin yönetiminde sıklıkla kullanılmaktadır ve obez PMOS'lu adölesanlarda yapılan bir çalışmada, kombine oral kontraseptif kullanan grupta serbest testosteron ve serbest androjen indeksi daha düşük, SHBG düzeyi ise daha yüksek bulunsa da alfa ve beta çeşitliliği ile genel bağırsak mikrobiyota kompozisyonu açısından gruplar arasında belirgin bir farklılık saptanmamıştır (Tayachew vd., 2022). Metformin ise PMOS'ta özellikle insülin direnci, glukoz metabolizması ve metabolik bozuklukların yönetiminde sıklıkla kullanılan bir ilaçtır. Obez PMOS'lu kadınlarda metformin ile ekzenatid + metformin tedavilerinin karşılaştırıldığı metagenomik bir çalışmada, her iki grupta da BKİ, total testosteron, HbA1c ve HDL-kolesterol düzeylerinde iyileşmeler bildirilmiş olup mikrobiyota açısından ise her iki tedavi sonrasında Phocaeicola ve

Anaerobutyricum türlerinin arttığı gözlenmiştir (Gan vd., 2023). Yine de bu sonuçlar kesin bir tedavi etkisi gibi yorumlanmamalıdır.

GLP-1 reseptör agonistleri de PMOS'ta araştırılan farmakolojik yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Gan vd., 2023; Xiong vd., 2024). DHEA ile PMOS modeli oluşturulan farelerde yapılan bir çalışmada liraglutid ve semaglutid ilaçları ile 4 haftalık müdahale uygulanmıştır ve liraglutid Lachnospiraceae ve Oscillospiraceae gibi bütirat üretimiyle ilişkili bakterileri artırmıştır (Xiong vd., 2024). Bu bulgular, liraglutidin PMOS'ta mikrobiyota kompozisyonu ve KZYA üretimiyle ilişkili bakteriler üzerinden de etkili olabileceğini düşündürmekle birlikte, bu ilişkinin klinik öneminin belirlenmesi için insan çalışmalarına ihtiyaç vardır (Xiong vd., 2024). Mikrobiyota bileşimindeki farklılık bakımından semaglutid liraglutidden farklı sonuçlar göstermiştir. Yapılan bir çalışmada semaglutid grubunda özellikle Helicobacter ve Alistipes muris ile ilişkili değişiklikler gözlenmiştir (Xiong vd., 2024). Genel olarak değerlendirildiğinde, PMOS'ta kullanılan bazı ilaçların bağırsak mikrobiyotası ile ilişkili olabileceği görülmektedir. Oral kontraseptiflerde mikrobiyota değişiminden çok hormonal ve amino asit metabolizması etkileri öne çıkarken, metformin ve GLP-1 reseptör agonistlerinde mikrobiyota bileşimi ve fonksiyonel metabolik yollar daha fazla dikkat çekmektedir (Gan vd., 2023; Tayachew vd., 2022; Xiong vd., 2024).

DENEYSEL VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

PMOS ve bağırsak mikrobiyotası ilişkisi son yıllarda daha fazla araştırıldığı için klasik tedavi ve beslenme yaklaşımlarının yanında bazı deneysel ve güncel alanlar da gündeme gelmektedir. Bu başlıklar arasında fekal mikrobiyota transplantasyonu, oral mikrobiyota ve bağırsak mantar mikrobiyotası yer almaktadır. Ancak bu yaklaşımların çoğu henüz hayvan çalışmaları, gözlemsel veriler veya sınırlı insan çalışmaları düzeyindedir. Bu nedenle kesin tedavi önerisi olarak değil, PMOS ve mikrobiyota ilişkisinin gelecekte hangi alanlara yönelebileceğini gösteren araştırma başlıkları olarak değerlendirilmelidir (Sun vd., 2023).

Fekal Mikrobiyota Transplantasyonu (FMT)

Fekal mikrobiyota transplantasyonu (FMT), sağlıklı bir bireyden alınan dışkı mikrobiyotasının başka bir bireyin bağırsak sistemine aktarılmasıdır. Temel amaç bozulmuş bağırsak mikrobiyotasını yeniden düzenlemek ve daha sağlıklı bir mikrobiyal yapı oluşturmaktır. Poliendokrin metabolik over sendromu açısından FMT daha çok deneysel çalışma boyutunda olup, sağlıklı bağırsak mikroorganizmalarına maruz bırakılan PMOS hayvan modellerinde hormon, glukoz ve lipid metabolizmasında bazı iyileşmeler; testosteron, LH, açlık kan şekeri ve insülin düzeylerinde azalmalar bildirilmiştir (Sun vd., 2023). Letrozol ile PMOS benzeri tablo oluşturulan sıçanlarda sağlıklı sıçanlardan alınan dışkının transfer edilmesiyle androjen düzeylerinde azalma, östrus döngüsünde düzelme ve over morfolojisinde normalleşme görüldüğü belirtilmiştir (Senthilkumar ve Arumugam, 2025). Bu bulgular bağırsak mikrobiyotasının PMOS patofizyolojisinde rolü olabileceğini ancak FMT'nin insanlarda PMOS tedavisinde kullanılabilmesi için yeterli klinik kanıt olmadığını ortaya koymaktadır (Sun vd., 2023).

Oral Mikrobiyota

PMOS ve mikrobiyota ilişkisi denildiğinde çoğunlukla bağırsak mikrobiyotası akla gelse de son yıllarda oral mikrobiyom ve tükürük mikrobiyotası gibi farklı mikrobiyal alanlar da araştırılmaya başlanmıştır. Oral mikrobiyota insan mikrobiyotasının önemli bir parçası olup inflamasyonla ilişkili süreçlerde rol oynayabilmektedir (T. Li vd., 2026). PMOS'lu kadınlarda oral mikrobiyota bileşiminde özellikle Fusobacterium artışı ve Actinobacteria

azalması gibi değişiklikler bildirilmiştir (T. Li vd., 2026). Ancak oral mikrobiyota ve PMOS arasındaki ilişki henüz net değildir.

Bağırsak Mantar Mikrobiyotası

Bağırsak mikrobiyotası denildiğinde çoğunlukla bakterilerden söz edilse de bağırsakta mantar toplulukları da bulunmaktadır. Literatürde PMOS açısından yalnızca bakteriyel mikrobiyotada değil bağırsak mantar topluluklarında da (Saccharomyces, Lentinula ve Aspergillus) değişiklikler olabileceği belirtilmektedir (Chen vd., 2023). Bu bulgular bağırsak mantar mikrobiyotasının da PMOS patogenezinde rol oynayabilecek yeni bir araştırma alanı olabileceğini göstermektedir (Chen vd., 2023).

SONUÇ

Poliendokrin metabolik over sendromu, üreme sisteminin yanı sıra metabolik, hormonal, inflamatuvar ve kardiyometabolik yönleri olan heterojen bir sendromdur. Çalışma kapsamında değerlendirilen bulgular bağırsak mikrobiyotasının PMOS patogenezinde dikkat çekici bir alan olabileceğini göstermektedir. Mikrobiyotadaki değişikliklerin insülin direnci, bağırsak bariyer bütünlüğü, düşük dereceli inflamasyon, safra asidi metabolizması, KZYA'leri, DZAA metabolizması, TMAO ve hormonal süreçlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte mevcut literatürün bazı önemli sınırlılıkları vardır. Çalışmaların bir kısmı hayvan modellerine dayanmakta, insan çalışmaları ise daha sınırlı sayıda ve çoğu zaman küçük örneklemden oluşmaktadır. Bazı çalışmalar gözlemsel olduğu için neden-sonuç ilişkisini net olarak göstermek mümkün değildir. Ayrıca PMOS'un farklı fenotiplere sahip olması, obezite durumu, insülin direnci varlığı, kullanılan ilaçlar, beslenme alışkanlıkları, yaşam tarzı ve yaş gibi faktörler mikrobiyota sonuçlarını etkileyebilmektedir. Alfa ve beta çeşitlilik, belirli bakteri gruplarının göreceli bolluğu, metabolomik analizler ve fonksiyonel yolak değerlendirmeleri her çalışmada aynı şekilde yapılmamaktadır. Bu yüzden PMOS'a özgü tek bir mikrobiyota profili tanımlamak şu an için mümkün görünmemektedir. Beslenme açısından mevcut veriler; liften zengin, düşük glisemik indeksli, bitkisel ve polifenol/prebiyotik bileşenleri yüksek beslenme örüntülerinin metabolik ve mikrobiyota ile ilişkili süreçler açısından destekleyici olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte PMOS için tek ve standart bir beslenme modeli bulunmadığından, beslenme yaklaşımının bireyin fenotipi, metabolik özellikleri ve sürdürülebilirlik durumu doğrultusunda kişiselleştirilmesi önemlidir.

Fekal mikrobiyota transplantasyonu, probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler, postbiyotikler ve mikrobiyota odaklı diğer yaklaşımlar umut verici alanlar olarak değerlendirilmektedir ancak bu yaklaşımlar da henüz kesin tedavi yöntemleri olarak sunulmamalıdır. Bu nedenle mikrobiyota temelli destekler, PMOS tedavisinin yerine geçen uygulamalar olarak değil; beslenme ve yaşam tarzı düzenlemelerini destekleyebilecek seçenekler olarak değerlendirilmelidir. Gelecekte PMOS yönetiminde mikrobiyota profiline göre kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımları, hedefe yönelik probiyotik veya prebiyotik kullanımı, metabolit temelli değerlendirmeler ve daha bütüncül tedavi modelleri daha fazla gündeme gelebilir. Bunun için daha büyük örneklemli, uzun süreli, iyi tasarlanmış insan çalışmalarına ihtiyaç vardır. Özellikle PMOS fenotiplerini, obezite durumunu, beslenme alışkanlıklarını, ilaç kullanımını ve mikrobiyota analiz yöntemlerini birlikte değerlendiren çalışmalar bu alanın daha net anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak PMOS ve bağırsak mikrobiyotası ilişkisi henüz tamamen açıklığa kavuşmuş değildir; ancak mevcut veriler bu ilişkinin göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Mikrobiyota, PMOS yönetiminde tek başına hedef alınacak bir tedavi alanı olmaktan çok,

hastalığın metabolik ve inflamatuvar yönlerini anlamaya yardımcı olan önemli bir mekanizma olarak değerlendirilebilir. Diyetisyenler açısından ise bu durum PMOS'ta beslenme tedavisinin yalnızca ağırlık kaybına indirgenmemesi gerektiğini göstermektedir. Beslenme; bağırsak bariyerini, inflamasyonu, insülin duyarlılığını, hormonal dengeyi ve uzun dönem metabolik riskleri etkileyen bütüncül bir yaklaşımın temel parçalarından biri olmalıdır.

KAYNAKLAR

Almeida Balieiro, C. C., Hespanhol, L. C., Mendes Fonseca, L., Wantowski, S., Freitas, M. A. A., Dias, Y. J. M., Burlá, M. M., & Maria Lima de Oliveira, L. (2024). Effects of polyphenol in women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology, 294, 84–91. https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2023.12.038

An, W., Chen, F., Wang, B., Zhou, S., Jiang, L., An, B., Cui, Z., Ou, X., Huang, W., & Yan, H. (2026). Effect of a 5:2 intermittent fasting diet on obese patients with polycystic ovary syndrome. Frontiers in endocrinology, 17, 1758805. https://doi.org/10.3389/fendo.2026.1758805

Aolymat, I., Abumweis, S., Al-Momani, H., Abu-Hassan, D. W., Albarakat, M. M., Alzoubi, A., Abu Saleh, M., Oleimat, A. K., Amin, S. N., Bayoumie El Gazzar, W., Salem, A., Olaimat, A. N., Ali, H. A., & Al-Shudiefat, A. A. (2025). The Impact of Intermittent Fasting on Metabolic and Hormonal Profile in Patients with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. Metabolites, 15(10), 654. https://doi.org/10.3390/metabo15100654

Barrea, L., Arnone, A., Annunziata, G., Muscogiuri, G., Laudisio, D., Salzano, C., Pugliese, G., Colao, A., & Savastano, S. (2019). Adherence to the Mediterranean Diet, Dietary Patterns and Body Composition in Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS). Nutrients, 11(10), 2278. https://doi.org/10.3390/nu11102278

Barrea, L., Muscogiuri, G., Pugliese, G., de Alteriis, G., Colao, A., & Savastano, S. (2021). Metabolically Healthy Obesity (MHO) vs. Metabolically Unhealthy Obesity (MUO) Phenotypes in PCOS: Association with Endocrine-Metabolic Profile, Adherence to the Mediterranean Diet, and Body Composition. Nutrients, 13(11), 3925. https://doi.org/10.3390/nu13113925

Capozzi, A., Scambia, G., Driul, L., Vignali, M., & Lello, S. (2025). Lifestyle and diet in PCOS. Minerva obstetrics and gynecology, 77(5), 341–351. https://doi.org/10.23736/S2724-606X.25.05746-X

Caretto, A., Zanardini, A., Frontino, G., & Pedone, E. (2026). Targeting Insulin Resistance Through Nutrition: Pathophysiological Insights and Dietary Interventions. Nutrients, 18(7), 1119. https://doi.org/10.3390/nu18071119

Chadchan, S. B., Singh, V., & Kommagani, R. (2022). Female reproductive dysfunctions and the gut microbiota. Journal of molecular endocrinology, 69(3), R81–R94. https://doi.org/10.1530/JME-21-0238

Chen, K., Geng, H., Liu, J., & Ye, C. (2023). Alteration in gut mycobiota of patients with polycystic ovary syndrome. Microbiology spectrum, 11(5), e0236023. https://doi.org/10.1128/spectrum.02360-23

Christ, J. P., & Cedars, M. I. (2023). Current Guidelines for Diagnosing PCOS. Diagnostics (Basel, Switzerland), 13(6), 1113. https://doi.org/10.3390/diagnostics13061113

da Silva, T. R., Marchesan, L. B., Rampelotto, P. H., Longo, L., de Oliveira, T. F., Landberg, R., de Mello, V., & Spritzer, P. M. (2024). Gut microbiota and gut-derived metabolites are altered and associated with dietary intake in women with polycystic ovary syndrome. Journal of ovarian research, 17(1), 232. https://doi.org/10.1186/s13048-024-01550-w

Deshmukh, H., Papageorgiou, M., Wells, L., Akbar, S., Strudwick, T., Deshmukh, K., Vitale, S. G., Rigby, A., Vince, R. V., Reid, M., & Sathyapalan, T. (2023). The Effect of a Very-Low-Calorie Diet (VLCD) vs. a Moderate Energy Deficit Diet in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS)-A Randomised Controlled Trial. Nutrients, 15(18), 3872. https://doi.org/10.3390/nu15183872

Gan, J., Chen, J., Ma, R. L., Deng, Y., Ding, X. S., Zhu, S. Y., & Sun, A. J. (2023). Metagenomics study on taxonomic and functional change of gut microbiota in patients with obesity with PCOS treated with exenatide combination with metformin or metformin alone. Gynecological endocrinology : the official journal of the International Society of Gynecological Endocrinology, 39(1), 2219342. https://doi.org/10.1080/09513590.2023.2219342

Geng, L., Yang, X., Sun, J., Ran, X., Zhou, D., Ye, M., Wen, L., Wang, R., & Chen, M. (2025). Gut Microbiota Modulation by Inulin Improves Metabolism and Ovarian Function in Polycystic Ovary Syndrome. Advanced science (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany), 12(20), e2412558. https://doi.org/10.1002/advs.202412558

Guan, C., Zahid, S., Minhas, A. S., Ouyang, P., Vaught, A., Baker, V. L., & Michos, E. D. (2022). Polycystic ovary syndrome: a "risk-enhancing" factor for cardiovascular disease. Fertility and sterility, 117(5), 924–935. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.03.009

Jin, Y., Zhang, L., Yu, X., Yang, A., Wang, X., Qi, B., Yang, T., Sun, M., Zhao, G., & Gao, B. (2025). Carbohydrate Quantity vs. Quality in Polycystic Ovary Syndrome: Population-Based Meta-Analysis Combined with GBD Data-Driven Assessment. Diabetes & metabolic syndrome, 19(8), 103277. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2025.103277

Juhász, A. E., Stubnya, M. P., Teutsch, B., Gede, N., Hegyi, P., Nyirády, P., Bánhidy, F., Ács, N., & Juhász, R. (2024). Ranking the dietary interventions by their effectiveness in the management of polycystic ovary syndrome: a systematic review and network meta-analysis. Reproductive health, 21(1), 28. https://doi.org/10.1186/s12978-024-01758-5

Khobragade, N. H., Sheth, D. B., Patel, C. A., Beladiya, J. V., Patel, S., & Dalal, M. (2024). Polycystic ovary syndrome: Insights into its prevalence, diagnosis, and management with special reference to gut microbial dysbiosis. Steroids, 208, 109455. https://doi.org/10.1016/j.steroids.2024.109455

Łagowska, K., & Ptaszyńska, D. (2026). Effects of Probiotic Supplementation on Mental Health and the Risk of Depression in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. Nutrients, 18(2), 307. https://doi.org/10.3390/nu18020307

Li, P., Shuai, P., Shen, S., Zheng, H., Sun, P., Zhang, R., Lan, S., Lan, Z., Jayawardana, T., Yang, Y., Zhao, J., Liu, Y., Chen, X., El-Omar, E. M., & Wan, Z. (2023). Perturbations in gut microbiota composition in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic

review and meta-analysis. BMC medicine, 21(1), 302. https://doi.org/10.1186/s12916-023-02975-8

Li, T., Kuang, H., Zhang, J., Meng, Y., Feng, X., Mao, X., Pan, Z., & Sun, M. (2026). The Gut-Reproduction-Oral-Immune Axis: Microbial Dysbiosis as a Shared Driver in Polycystic Ovary Syndrome and Endometriosis. Current microbiology, 83(6), 316. https://doi.org/10.1007/s00284-026-04918-x

Liang, W., Yao, Y., Ren, X., Xue, A., Cai, M., Yu, J., Yu, C., Zhou, L., & Zhai, D. (2025). Characteristic Gut Microbiota in PCOS-IR Patients and Its Association with Endocrine Features. Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy, 18, 4787–4801. https://doi.org/10.2147/DMSO.S561487

Lüll, K., Arffman, R. K., Sola-Leyva, A., Molina, N. M., Aasmets, O., Herzig, K. H., Plaza-Díaz, J., Franks, S., Morin-Papunen, L., Tapanainen, J. S., Salumets, A., Altmäe, S., Piltonen, T. T., & Org, E. (2021). The Gut Microbiome in Polycystic Ovary Syndrome and Its Association with Metabolic Traits. The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 106(3), 858–871. https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa848

Mei, S., Ding, J., Wang, K., Ni, Z., & Yu, J. (2022). Mediterranean Diet Combined With a Low-Carbohydrate Dietary Pattern in the Treatment of Overweight Polycystic Ovary Syndrome Patients. Frontiers in nutrition, 9, 876620. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.876620

Mimouni, N. E. H., & Giacobini, P. (2024). Polycystic ovary syndrome (PCOS): progress towards a better understanding and treatment of the syndrome. Comptes rendus biologies, 347, 19–25. https://doi.org/10.5802/crbiol.147

Ouyang, X., Zhou, Q., Tang, H., & Li, L. (2025). Pathogenesis and treatment of obesity-related polycystic ovary syndrome. Journal of ovarian research, 18(1), 258. https://doi.org/10.1186/s13048-025-01817-w

Patel, E. (2026). Dietary interventions for modulating the gut microbiome in PCOS management. Frontiers in endocrinology, 17, 1713408. https://doi.org/10.3389/fendo.2026.1713408

Pililis, S., Lampsas, S., Kountouri, A., Pliouta, L., Korakas, E., Livadas, S., Thymis, J., Peppa, M., Kalantaridou, S., Oikonomou, E., Ikonomidis, I., & Lambadiari, V. (2024). The Cardiometabolic Risk in Women with Polycystic Ovarian Syndrome (PCOS): From Pathophysiology to Diagnosis and Treatment. Medicina (Kaunas, Lithuania), 60(10), 1656. https://doi.org/10.3390/medicina60101656

Qin, S., Guo, S., Tan, X., Li, K., & Huang, J. (2025). Research progress of gut microbiota and its metabolites in polycystic ovary syndrome. Frontiers in endocrinology, 16, 1700191. https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1700191

Ranneh, Y., Hamsho, M., Shkorfu, W., Terzi, M., & Fadel, A. (2025). Effect of Intermittent Fasting on Anthropometric Measurements, Metabolic Profile, and Hormones in Women with Polycystic Ovary Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients, 17(15), 2436. https://doi.org/10.3390/nu17152436

Rodriguez Paris, V., Wong, X. Y. D., Solon-Biet, S. M., Edwards, M. C., Aflatounian, A., Gilchrist, R. B., Simpson, S. J., Handelsman, D. J., Kaakoush, N. O., & Walters, K. A. (2022). The interplay between PCOS pathology and diet on gut microbiota in a mouse model. Gut microbes, 14(1), 2085961. https://doi.org/10.1080/19490976.2022.2085961

Salehi, S., Allahverdy, J., Pourjafar, H., Sarabandi, K., & Jafari, S. M. (2024). Gut Microbiota and Polycystic Ovary Syndrome (PCOS): Understanding the Pathogenesis and the Role of Probiotics as a Therapeutic Strategy. Probiotics and antimicrobial proteins, 16(5), 1553–1565. https://doi.org/10.1007/s12602-024-10223-5

Senthilkumar, H., & Arumugam, M. (2025). Gut microbiota: a hidden player in polycystic ovary syndrome. Journal of translational medicine, 23(1), 443. https://doi.org/10.1186/s12967-025-06315-7

Senthilkumar, H., Chauhan, S. C., & Arumugam, M. (2025). Unraveling the multifactorial pathophysiology of polycystic ovary syndrome: exploring lifestyle, prenatal influences, neuroendocrine dysfunction, and post-translational modifications. Molecular biology reports, 52(1), 980. https://doi.org/10.1007/s11033-025-11081-2

Singh, S., Pal, N., Shubham, S., Sarma, D. K., Verma, V., Marotta, F., & Kumar, M. (2023). Polycystic Ovary Syndrome: Etiology, Current Management, and Future Therapeutics. Journal of clinical medicine, 12(4), 1454. https://doi.org/10.3390/jcm12041454

Sivasankari, R., & Usha, B. (2022). Reshaping the Gut Microbiota Through Lifestyle Interventions in Women with PCOS: A Review. Indian journal of microbiology, 62(3), 351–363. https://doi.org/10.1007/s12088-022-01019-8

Sun, Y., Gao, S., Ye, C., & Zhao, W. (2023). Gut microbiota dysbiosis in polycystic ovary syndrome: Mechanisms of progression and clinical applications. Frontiers in cellular and infection microbiology, 13, 1142041. https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1142041

Szczuko, M., Kikut, J., Szczuko, U., Szydłowska, I., Nawrocka-Rutkowska, J., Ziętek, M., Verbanac, D., & Saso, L. (2021). Nutrition Strategy and Life Style in Polycystic Ovary Syndrome-Narrative Review. Nutrients, 13(7), 2452. https://doi.org/10.3390/nu13072452

Tabrizi, R., Ostadmohammadi, V., Akbari, M., Lankarani, K. B., Vakili, S., Peymani, P., Karamali, M., Kolahdooz, F., & Asemi, Z. (2022). The Effects of Probiotic Supplementation on Clinical Symptom, Weight Loss, Glycemic Control, Lipid and Hormonal Profiles, Biomarkers of Inflammation, and Oxidative Stress in Women with Polycystic Ovary Syndrome: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Probiotics and antimicrobial proteins, 14(1), 1–14. https://doi.org/10.1007/s12602-019-09559-0

Talebi, S., Shab-Bidar, S., Moini, A., Mohammadi, H., & Djafarian, K. (2024). The effects of time-restricted eating alone or in combination with probiotic supplementation in comparison with a calorie-restricted diet on endocrine and metabolic profiles in women with polycystic ovary syndrome: A randomized clinical trial. Diabetes, obesity & metabolism, 26(10), 4468–4479. https://doi.org/10.1111/dom.15801

Tayachew, B., Vanden Brink, H., Garcia-Reyes, Y., Rahat, H., D'Alessandro, A., Frank, D. N., Robertson, C. E., Silveira, L., Kelsey, M., Pyle, L., & Cree-Green, M. (2022). Combined Oral Contraceptive Treatment Does Not Alter the Gut Microbiome but Affects Amino Acid Metabolism in Sera of Obese Girls With Polycystic Ovary Syndrome. Frontiers in physiology, 13, 887077. https://doi.org/10.3389/fphys.2022.887077

Teede, H. J., Khomami, M. B., Morman, R., Laven, J. S. E., Joham, A. E., Costello, M. F., Patil, M., Rees, D. A., Berry, L., Cree, M. G., Zhao, H., Norman, R. J., Dokras, A., Piltonen, T., & Global Name Change Consortium (2026). Polyendocrine metabolic ovarian syndrome, the new name for polycystic ovary syndrome: a multistep global consensus

process. Lancet (London, England), 407(10545), 2329–2339. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(26)00717-8

Usman, F., Saleh, M. I., Effendi, K. Y., Lestari, P. M., & Widjiati, W. (2026). Mechanism of Gut Microbiota Dysbiosis in Insulin Resistance Polycystic Ovary Syndrome. Endocrine, metabolic & immune disorders drug targets, 10.2174/0118715303429583260303181915. Advance online publication. https://doi.org/10.2174/0118715303429583260303181915

Xiong, C., Wu, J., Ma, Y., Li, N., Wang, X., Li, Y., & Ding, X. (2024). Effects of Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists on Gut Microbiota in Dehydroepiandrosterone-Induced Polycystic Ovary Syndrome Mice: Compared Evaluation of Liraglutide and Semaglutide Intervention. Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy, 17, 865–880. https://doi.org/10.2147/DMSO.S451129

Yang, W., Pang, N., & He, X. (2025). Breaking the metabolic-inflammatory vicious cycle in polycystic ovary syndrome: a comparative review of ketogenic and high-fat diets. Lipids in health and disease, 24(1), 310. https://doi.org/10.1186/s12944-025-02693-5

Yang, X., Luo, H., Li, Q., Zhu, W., Fu, L., Chen, L., Li, X., Su, H., Zhang, L., & Huang, Y. (2025). Gut Microbiota and SCFAs Mediate the Therapeutic Effects of Canagliflozin in PCOS by Promoting White Fat Browning. FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology, 39(20), e71138. https://doi.org/10.1096/fj.202502661R

Zhou, P., Feng, P., Liao, B., Fu, L., Shan, H., Cao, C., Luo, R., Peng, T., Liu, F., & Li, R. (2024). Role of polyphenols in remodeling the host gut microbiota in polycystic ovary syndrome. Journal of ovarian research, 17(1), 69. https://doi.org/10.1186/s13048-024-01354-y

Ziaei, R., Shahshahan, Z., Ghasemi-Tehrani, H., Heidari, Z., & Ghiasvand, R. (2022). Effects of inulin-type fructans with different degrees of polymerization on inflammation, oxidative stress and endothelial dysfunction in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Clinical endocrinology, 97(3), 319–330. https://doi.org/10.1111/cen.14712

Ziaei, R., Shahshahan, Z., Ghasemi-Tehrani, H., Heidari, Z., Nehls, M. S., & Ghiasvand, R. (2023). Inulin-type fructans with different degrees of polymerization improve insulin resistance, metabolic parameters, and hormonal status in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome: A randomized double-blind, placebo-controlled clinical trial. Food science & nutrition, 12(3), 2016–2028. https://doi.org/10.1002/fsn3.3899

SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA İŞ STRESİ İLE BESLENME DAVRANIŞLARI/TUTUMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ: SİSTEMATİK BİR DERLEME

THE RELATIONSHIP BETWEEN WORK-RELATED STRESS AND NUTRITIONAL BEHAVIORS/ATTITUDES AMONG HEALTHCARE WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW

Elif Tuğba ÇİLİNGİR

İstanbul Okan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü

ORCID: 0009-0000-0979-9793

ÖZET

Giriş: Sağlık çalışanları, uzun çalışma saatleri, vardiya düzeni ve yüksek sorumluluk gerektiren görevler nedeniyle yoğun düzeyde mesleki strese maruz kalmaktadır. Kronik iş stresinin beslenme alışkanlıklarını olumsuz yönde etkileyebildiği, sağlıksız yeme davranışlarına ve kilo yönetimi sorunlarına zemin hazırlayabildiği bilinmektedir. Bu nedenle, sağlık çalışanlarının maruz kaldığı iş stresi ile beslenme davranışları arasındaki ilişkinin sistematik olarak değerlendirilmesi, hem çalışan sağlığı hem de sağlık hizmet kalitesi açısından önem taşımaktadır.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, sağlık çalışanlarında iş stresi ile beslenme davranışları/tutumları arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürü sistematik olarak derlemek ve mevcut bulguları sentezlemektir.

Yöntem: Bu çalışma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) kılavuzuna uygun olarak yürütülmektedir. PubMed, Web of Science ve Scopus veritabanlarında 2016-2026 yılları arasında yayınlanmış, Türkçe ve İngilizce dillerindeki ampirik çalışmalar; "sağlık çalışanları/hemşire/hekim", "iş stresi/mesleki stres" ve "beslenme davranışı/sağlıklı beslenme" anahtar kelime gruplarıyla taranmaktadır. Derleme makaleleri, sadece öğrenci örneklemi içeren çalışmalar ve tam metnine ulaşılamayan yayınlar hariç tutulmuştur. Ön tarama aşamasında PubMed'de n=62, Web of Science n=78, Scopus n=41 kayıt tespit edilmiş olup (toplam n=181, mükerrer temizliği öncesi), değerlendirmeler sonucunda 14 makale araştırmaya dâhil edilmiştir.

Bulgular: Veri tabanı taramaları tamamlanma aşamasında olup, tam metin değerlendirmesi ve tematik sentez süreci devam etmektedir. Literatürün ön incelemesi, sağlık çalışanlarında iş stresi ile beslenme davranışları arasında bir ilişki örüntüsünün var olduğuna işaret eden çalışmaların mevcut olduğunu göstermektedir. Sentez tamamlandığında, iş stresinin beslenme davranışları üzerindeki etkisine ilişkin bulgular ve olası düzenleyici/aracı değişkenler ayrıntılı olarak sunulacaktır.

Sonuç: Bu sistematik derlemenin, sağlık çalışanlarında iş stresi ile beslenme davranışları arasındaki ilişkiye dair kapsamlı bir literatür sentezi sunması ve sağlık kurumu yöneticilerinin çalışan refahı politikalarına yönelik uygulamaya dönük öneriler geliştirmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: sağlık çalışanları, iş stresi, beslenme davranışı, sistematik derleme, sağlık yönetimi

ABSTRACT

Introduction: Healthcare workers are exposed to high levels of occupational stress due to long working hours, shift work, and duties that require a high level of responsibility. It is known that chronic work-related stress can negatively affect dietary habits and may contribute to unhealthy eating behaviors and weight management issues. Therefore, a systematic evaluation of the relationship between work-related stress experienced by healthcare workers and their dietary behaviors is important for both worker health and the quality of healthcare services.

Objective: The objective of this study is to systematically review the literature examining the relationship between work-related stress and dietary behaviors/attitudes among healthcare workers and to synthesize the existing findings.

Method: This study was conducted in accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. Empirical studies published between 2016 and 2026 in the PubMed, Web of Science, and Scopus databases, in both Turkish and English, were searched using the keyword groups "healthcare workers/nurses/physicians," "work stress/occupational stress," and "eating behavior/healthy eating." Review articles, studies involving only student samples, and publications for which the full text was unavailable were excluded. During the preliminary screening phase, n=62 records were identified in PubMed, n=78 in Web of Science, and n=41 in Scopus (total n=181, prior to deduplication); as a result of the evaluations, 14 articles have been added.

Findings: Database searches are nearing completion, and the full-text evaluation and thematic synthesis processes are ongoing. A preliminary review of the literature indicates that studies exist suggesting a pattern of association between work-related stress and dietary behaviors among healthcare workers. Once the synthesis is complete, findings regarding the effect of work stress on dietary behaviors and potential moderating/mediating variables will be presented in detail.

Conclusion: This systematic review is expected to provide a comprehensive synthesis of the literature on the relationship between work-related stress and dietary behavior among healthcare workers and to offer practical recommendations for healthcare facility administrators regarding employee well-being policies.

Keywords: healthcare workers, work-related stress, dietary behavior, systematic review, healthcare management

GİRİŞ

İş stresi kavramı, işin gerekliliklerini kişinin becerilerini ya da ihtiyaçlarını aştığında karşılaşın fiziksel ve duygusal olumsuz tepkiler olarak ifade edilmektedir (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 2008). Dünya genelince pek çok çalışanı etkileyen ve obezite ile ilişkilendirilen küresel mesleki bir sağlık problemi olarak kabul edilmektedir (Scott & Johnstone, 2012). Kritik hasta bakım süreçleri, duygusal emek, zaman baskısı ve yoğun iş yükü gibi etkisinde kaldığı nedenlerle diğer iş kollarına göre iş stresine karşı daha savunmasız bir grup olarak öne çıkmaktadır (Shanafelt et al., 2019).

İş stresi kişinin sadece psikolojik değil, aynı zamanda hem davranışsal hem de fiziksel sağlık çıktılarını etkilemektedir. Kişinin çalışma ortamındaki şartlar beslenme davranışını doğrudan etkileyebilmektedir; stres, duygusal yeme, kısıtlayıcı ya da dışsal yeme gibi uygun olmayan beslenme örüntülerine temel oluşturabilmektedir (Stewart-Knox, 2014). Sağlık çalışanları ile yapılan güncel bir çalışmada, iş stresi ile hem kısıtlayıcı hem de duygusal yeme davranışları arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Altuwairqi & Alrasheedi, 2026). Buna benzer şekilde, Çin'de sağlık çalışanları ile yapılan araştırmada, kişinin hem yaşam tarzı davranışlarının hem de stresin fazla kilo ve obezite için risk faktörleri arasında yer aldığı tespit edilmiştir (Guo et al., 2023). Türkiye'de yapılan başka bir çalışmada da acil servis çalışanlarının depresyon, stres ve anksiyete düzeyleri ve bu çalışanların yeme davranışları arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir (Erden et al., 2023).

Elde edilen bu veriler, sağlık çalışanlarında iş stresi ve beslenme davranışları arasındaki ilişkinin klinik açıdan önemli ve çok boyutlu bir konu olduğunu ortaya koymaktadır. Fakat mevcut literatürde bu ilişkiyi bütün olarak ele alan, PRISMA kılavuzuna göre hazırlanmış bir sistematik derlemeye rastlanmamıştır. Bu nedenle, dağınık halde yer alan bulguların sistematik olarak derlenmesi, literatüre katkı sağlamak ve sağlık yöneticilerine kanıta dayalı öneriler sunma olanağı tanıyacaktır.

YÖNTEM

Bu araştırmada alan yazınında sağlık çalışanlarında iş stresi ile beslenme davranışları/tutumları arasındaki ilişkiyi konu alan araştırmaların tespiti ve stresin beslenmeye etkisinin analizi amaçlanmıştır. Araştırmada PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) Akış Şeması kullanılarak sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

Literatür incelemesi yoluyla veri tabanlarında (Web of Science, PubMed ve Scopus) kapsamlı bir arama yapılmış; ayrıca uzman görüşleri ve referans listeleri ilgili literaürde manuel olarak taranmıştır. Tarama sonucunda toplam 181 çalışmaya ulaşılmıştır. Tekrar eden kayıtlar çıkarıldıktan sonra 101 kayıt başlık/özet düzeyinde değerlendirilmiş, dışlama kriterleri uygulandıktan sonra 33 özet ve ardından 19 tam metin değerlendirilmiştir. Bu sistematik derlemeye 14 yayın dâhil edilmiştir (Şekil 1).

Arama Stratejisi

Bu sistematik derleme için PubMed, Web of Science ve Scopus veritabanlarında aşağıdaki anahtar kelime grupları ve Boolean operatörler kullanılarak arama yapılmıştır:

("healthcare workers" OR "health professionals" OR "nurses" OR "physicians" OR "medical staff") AND ("occupational stress" OR "work stress" OR "job stress" OR "workplace stress")

AND ("eating behavior" OR "eating habits" OR "dietary attitude" OR "healthy eating" OR "nutrition behavior" OR "nutritional attitude")

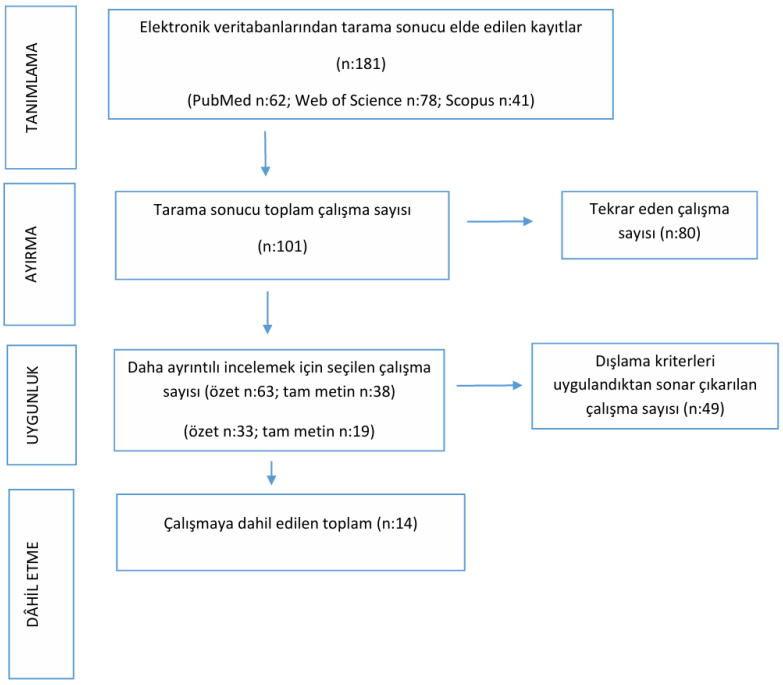
Tarama, 2016-2026 yılları arasında yayınlanmış, Türkçe ve İngilizce dillerindeki çalışmalarla sınırlandırılmıştır.

Dâhil Edilme Kriterleri

- Örneklemi sağlık çalışanlarından (hemşire, hekim, diğer sağlık personeli) oluşan çalışmalar
- İş stresi/mesleki stres ile beslenme davranışı/tutumu arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen ampirik araştırmalar
- 2016-2026 yılları arasında yayınlanmış çalışmalar
- Türkçe veya İngilizce dilinde yayınlanmış çalışmalar
- Hakemli dergilerde yayınlanmış orijinal araştırma makaleleri (kesitsel, boylamsal, vaka-kontrol tasarımları)
- Tam metnine erişilebilen çalışmalar

Dışlanma Kriterleri

- Derleme, meta-analiz veya sistematik derleme makaleleri (tartışma bölümünde referans olarak kullanılabilir, ancak dahil edilme setine alınmaz)
- Sadece öğrenci örneklemi içeren çalışmalar
- Konferans bildirisi/özeti niteliğinde olup tam metne dönüşmemiş yayınlar
- Tam metnine ulaşılamayan çalışmalar
- Editöre mektup, yorum yazısı, vaka sunumu gibi orijinal ampirik veri içermeyen yayınlar
- Hayvan çalışmaları
- Sağlık çalışanı dışındaki popülasyonlarda (örn. genel popülasyon, sadece öğrenciler, diğer meslek grupları) yürütülen çalışmalar
- İş stresi veya beslenme davranışı/tutumu değişkenlerinden birini ölçmeyen çalışmalar (örn. yalnızca BMI ölçen ama beslenme davranışını değerlendirmeyen çalışmalar)



Şekil 1: PRISMA Akış Şeması

BULGULAR

2016-2026 yıllarını kapsayan 14 makale incelemeye dâhil edilmek üzere seçildi. İçerik analizinde sağlık çalışanlarında iş stresi ile beslenme davranışları arasındaki ilişkinin "Brief Job Stress Questionnaire (BJSQ), Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ), DASS-21, algılanan stres ölçeği" gibi farklı ölçüm araçlarıyla değerlendirildiği görülmektedir. Bu ilişkinin ele alınmasında yedi ana temanın ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Bunlar;

1. *İş stresi ile duygusal, dışsal ve kısıtlayıcı yeme davranışları arasındaki bağlantıda,*
2. *Vardiyalı çalışma düzeninin beslenme alışkanlıkları ve öğün düzenine etkilerinde,*
3. *Tükenmişlik (burnout) ve iş-yaşam dengesizliğinin beslenme davranışlarıyla ilişkilerinde,*
4. *COVID-19 pandemisi döneminde sağlık çalışanlarının beslenme alışkanlıklarındaki ve öz-düzenleme kapasitelerindeki değişimlerde,*
5. *İşyeri şiddetine maruz kalmanın yeme bozukluğu riskine etkisinde,*
6. *Cinsiyet, gelir düzeyi ve mesleki kıdem gibi sosyodemografik faktörlerin beslenme davranışları üzerindeki düzenleyici etkilerinde,*
7. *Örgütsel ve sosyal destek algısının stres ve beslenme arasındaki ilişkide koruyucu rolünde.*

Çalışma sonucunda sağlık çalışanlarında iş stresinin beslenme davranışları üzerindeki etkisinin farklı ölçüm araçları, örneklem grupları ve kültürel bağlamlarda ele alındığı görülmüştür. Tablo 1'de, araştırma kapsamında ele alınan çalışmalar sunulmuştur. Bu çalışmalar, sağlık çalışanlarında iş stresi yönetimi ile beslenme destek programlarının entegrasyonunun çalışan refahı üzerindeki potansiyel faydalarını ve bu alandaki çok boyutlu zorlukları ortaya koymaktadır.

Alan	Yazar ve Yıl	Çalışma Adı	Konu/Amaç	Sonuç
Hemşireler / iş stresi / yeme davranışları	King vd. (2009)	Disordered eating and job stress among nurse	Hemşirelerde düzensiz yeme davranışlarının yaygınlığını ve algılanan iş stresi ile ilişkisini incelemek.	435 hemşirenin verilerinde düzensiz yeme davranışlarının algılanan iş stresi ve beden memnuniyetine göre anlamlı biçimde farklılaştığı bulundu. Yüksek iş stresi ve düşük beden memnuniyeti olan hemşirelerde düzensiz yeme davranışı daha fazlaydı.
Hemşireler / vardiyalı çalışma / stres / yeme davranışı	Ahmajwal (2016)	Stress, shift duty, and eating behavior among nurses in Central Saudi Arabia	Merkezi Suudi Arabistan'da çalışan hemşirelerde stres, vardiyalı çalışma ve yeme davranışı arasındaki ilişkiyi incelemek.	395 hemşirenin katıldığı çalışmada stres ve vardiyalı çalışmanın tüketilen yiyecek miktarını etkilediği; bu etkinin özellikle kısıtlı yeme davranışında daha belirgin olduğu bildirildi.
Sağlık çalışanları / vardiyalı çalışma / beslenme / stres	Roskoden vd. (2017)	Physical activity, energy expenditure, nutritional habits, quality of sleep and stress levels in shift-working health care personnel	Vardiyalı ve vardiyasız çalışan sağlık personelinde fiziksel aktivite, enerji harcaması, beslenme alışkanlıkları, uyku kalitesi ve stres düzeylerini karşılaştırmak.	46 katılımcıda genel fiziksel aktivite ve uyku kalitesinde anlamlı fark bulunmadı. Vardiyalı çalışan grupta sosyal aşırı yüklenme stresi daha yüksekti; vardiyalı hemşireler daha fazla karbonhidrat tüketirken ofis çalışanlarında yağ oranı daha yüksekti.
Vardiyalı hemşireler / beslenme davranışı / mesleki stres	Kim vd. (2017)	Dietary behavior and its influencing factors among experienced shiftwork nurses: a secondary analysis	Deneyimli vardiyalı hemşirelerin beslenme davranışlarını ve bu davranışlarla ilişkili faktörleri belirlemek.	247 Koreli vardiyalı hemşirede mesleki stresin (özellikle işyeri iklimiyle ilişkili stres), depresyonun ve yetersiz fiziksel aktivitenin daha sağlıksız beslenme davranışıyla ilişkili olduğu bulundu. Çocuk sahibi olma daha sağlıklı beslenmeyle ilişkiliydi.
Doktorlar ve hemşireler / diyet kalitesi / COVID-19	Wang vd. (2023)	Deep neural network for prediction of diet quality among doctors and nurses in North China during the COVID-19 pandemic.	COVID-19 döneminde Kuzey Çin'deki doktor ve hemşirelerde diyet kalitesini öngören bir model geliştirmek ve diyet kalitesini etkileyen başlıca belirleyicileri belirlemek.	5.013 doktor ve hemşireden elde edilen verilerle geliştirilen derin sinir ağı modeli yüksek tahmin performansı gösterdi (R^2=0,928). Diyet kalitesinin en önemli beş belirleyicisi BMI, kötü uyku kalitesi, iş-aile çatışması, olumsuz duygusal yeme ve beslenme bilgisiydi.
Vardiyalı hemşireler / beslenme davranışı / mesleki stres	Kim vd. (2023)	Dietary behavior and its influencing factors among experienced shiftwork nurses: a secondary analysis	Deneyimli vardiyalı hemşirelerin beslenme davranışlarını ve ilişkili faktörleri belirlemek.	Mesleki stres, depresyon ve yetersiz fiziksel aktivite daha sağlıksız beslenme davranışıyla ilişkili bulundu; çocuk sahibi olma ise daha sağlıklı beslenme davranışıyla ilişkiliydi.
Sağlık çalışanları / stres / yaşam tarzı / kilo	Guo vd. (2024)	Weight and Lifestyle Behavior Changes in Chinese Health Care Workers During the COVID-19 Pandemic: 3-Year Retrospective Survey.	Çinli sağlık çalışanlarında COVID-19 sürecinde kilo, yaşam tarzı davranışları ve psikoduygusal değişimleri değerlendirmek ve normal/düşük kilodan fazla kilolu/obeziteye geçişle ilişkili faktörleri belirlemek.	23.234 sağlık çalışanının %12,67'si 2019'da düşük/normal kilolu iken 2022'de fazla kilolu/obez oldu. Artan stres/anksiyete/depresif duygudurum fiziksel aktivitede azalma ve iştah artışıyla ilişkiliydi; fiziksel aktivite azalması ve iştah artışı kilo artışıyla bağlantılıydı.
Alan	**Yazar ve Yıl**	**Çalışma Adı**	**Konu/Amaç**	**Sonuç**
Hemşireler / duygusal yeme / psikososy	Nakoni vd. (2025)	Psychosocial predictors of emotional eating among Thai nurses: a cross-sectional study.	Taylandlı hemşirelerde psikososyal faktörlerin duygusal yeme davranışıyla ilişkisini incelemek.	168 hemşirede model duygusal yemedeki varyansın %33'ünü açıkladı. Danışanla ilişkili tükenmişlik, anksiyete ve depresyon duygusal yeme ile pozitif ilişkiliyken kişisel tükenmişlik negatif ilişkiliydi. Uyku sorunları ve işle ilişkili

al faktörler				tükenmişlik anlamlı bulunmadı.
Cerrahi asistanlar / düzensiz yeme / psikolojik sıkıntı	McLellan vd. (2025)	Disordered eating behaviours, self-compassion, and psychological distress in Canadian general surgery residents.	Kanadalı genel cerrahi asistanlarında düzensiz yeme davranışlarını ve bunlarla ilişkili psikolojik ve yaşam tarzı faktörlerini değerlendirmek.	128 asistanın %34'ünde düzensiz yeme açısından yüksek risk bulundu. Yüksek psikolojik sıkıntı (OR=3,29) ve yüksek BMI (OR=3,99) riskli düzensiz yeme davranışıyla anlamlı ilişkiliydi. Gece nöbeti sıklığı ve süresi olumsuz etkiler arasında yer aldı.
Hemşireler / algılanan stres / yeme davranışı	Abdul Rahman vd. (2025)	A Structural Equation Model of Perceived Stress Level Related to Personality Trait, Chronotype Profile, and Eating Behaviou	Kişilik özellikleri, kronotip ve algılanan stres arasındaki ilişkileri ve stresin yeme davranışı üzerindeki etkisini yapısal eşitlik modeliyle incelemek.	Kişilik özelliği (β=0,482) algılanan stresin en güçlü belirleyicisiydi; kronotip de önemli bir belirleyiciydi (β=0,45). Bu iki faktör stres varyansının %71,4'ünü açıkladı. Algılanan stres yeme davranışını güçlü biçimde etkiledi (β=0,719) ve yeme davranışındaki varyansın %51,6'sını açıkladı.
Hemşireler / iş stresi / sağlıklı yaşam / kardiyovasküler risk	Al-Dwaikat vd. (2025)	Nurses' Lifestyle Behaviors, Work-Related Stress, and Cardiovascular Disease Risk	Ürdünlü hemşirelerde işle ilişkili stres, sağlıklı yaşam davranışları ve kardiyovasküler hastalık riski arasındaki ilişkileri değerlendirmek.	165 hemşirede iş stresi yüksek, sağlıklı yaşam davranışlarına uyum orta düzeyde ve yaşam boyu kardiyovasküler risk yüksek bulundu. İş stresi ile sağlıklı yaşam davranışları veya kardiyovasküler risk arasında anlamlı korelasyon saptanmadı. Cinsiyet, sağlıklı yaşam davranışları ve kardiyovasküler riskin anlamlı yordayıcısıydı.
Hemşireler / tükenmişlik / duygusal yeme	Liang vd. (2026)	Appetite for coping: a latent profile analysis of typological heterogeneity in nurse burnout and emotional eating.	Çinli klinik hemşirelerde tükenmişlik ve duygusal yeme örüntülerindeki farklı profilleri belirlemek ve gece vardiyası sıklığı ile çalışma deneyiminin profil üyeliğini öngörüp öngörmediğini incelemek.	360 hemşire arasında üç profil belirlendi: düşük tükenmişlik ve uyumlu yeme (%36,1), orta tükenmişlik-duygusal tepkisel yeme (%47,8) ve ağır tükenmişlik ve uyumsuz başa çıkma (%16,1). Aylık gece vardiyası sayısı arttıkça ağır tükenmişlik profilinde bulunma riski yükseldi (OR=1,726); buna karşın iş deneyimi arttıkça bu risk azaldı (OR=0,718).
Hastane çalışanları / iş stresi / hedonik açlık / diyet kalitesi	Ak vd. (2026)	Associations between hedonic hunger, diet quality, mindful eating, sleep quality, and occupational stress in shift and non-shift hospital employees	Vardiyalı ve vardiyasız hastane çalışanlarında hedonik açlık ile diyet kalitesi, farkındalıklı yeme, uyku kalitesi ve mesleki stres arasındaki ilişkileri incelemek.	220 sağlık çalışanında vardiyalı çalışanların hedonik açlık ve iş stresi daha yüksek, farkındalıklı yeme puanları daha düşüktü. Hedonik açlık kötü uyku kalitesi (r=0,335) ve iş stresi (r=0,333) ile ilişkiliydi. İş stresi, hedonik açlık riskinde %3,0 artışla ilişkili bulundu.
Sağlık profesyonelleri / iş stresi / beslenme / metabolik risk	Ayeltigah vd. (2026)	Work stress, dietary patterns, and physical activity on metabolic and hepatic biomarkers among healthcare professionals in Ghana	Gana'daki sağlık profesyonellerinde iş stresi, beslenme örüntüleri ve fiziksel aktivite ile metabolik ve hepatik biyobelirteçler arasındaki ilişkileri incelemek.	119 sağlık profesyonelinde metabolik sendrom prevalansı %11,0 bulundu; en sık görülen bileşenler abdominal obezite (%57,1) ve yüksek kan basıncıydı (%29,7). Çalışma, iş stresi ve yaşam tarzı maruziyetlerinin metabolik/hepatik sağlık göstergeleriyle ilişkisini değerlendirdi.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sağlık çalışanlarının iş stresleri ile beslenme davranışları/tutumları arasındaki ilişkiyi inceleyen bu çalışma, iş stresinin çalışan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak için temelini beslenmenin oluşturduğu müdahalelerin ve destekleyici çalışma koşullarının ne kadar önem taşıdığını göstermektedir. Yapılan çalışma, etkili stres yönetimi uygulamaları ile sağlık çalışanlarının beslenme davranışlarının nasıl iyileştirilebileceğini, aynı zaman da çalışanı nasıl güçlendirebileceğini ve sağlık hizmet sunumunun sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanabileceğini belirtmektedir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, sağlık çalışanlarında iş stresi ve beslenme davranışları arasındaki ilişkinin sağlık yönetimi açısından büyük önem taşıdığı ve bu önemin git gide arttığı, konuyla ilgili özellikle boylamsal ve müdahale odaklı daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmalar çoğaldıkça, sağlık kurumlarındaki yöneticiler ve bu konu da çalışan araştırmacılar arasındaki devam eden işbirliği ile beraber, beslenme destekli stres yönetimi programlarının sağlık çalışanlarının hem fiziksel hem de psikolojik sağlığını koruma da, iş performansını artırma ve bunun yanı sıra hasta bakım kalitesini iyileştirmede çok büyük önem taşıyacağı öngörülmektedir.

Sağlık çalışanları için iş stresi ve beslenme davranışları ilişkisinin değerlendirilmesi büyük umut verirken, mevcut boşlukların ve metodolojik sınırlılıkların (kesitsel tasarımların yaygınlığı, standart bir ölçüm aracı eksikliği, düzenleyici ve aracı değişkenlerin sınırlı sayıda incelenmiş olması gibi.) ortadan kaldırılması, çalışan refahının korunması ve sağlık hizmeti kalitesinin yükseltilmesinde en yüksek düzeye ulaşması için çözülmesi hayati önem taşımaktadır.

Etkili müdahalelerin uygulanabilmesi ve karşılaşılan engellerin aşılabilmesi için sürekli araştırma, kurumsal politika desteği ve bunun yanı sıra disiplinler arası iş birliğine gereksinim duyulmaktadır. Gelecek çalışmaların ise, iş stresi ile beslenme davranışları arasındaki ilişkide cinsiyet, çalışma şekli (normal, nöbet usulü) ve örgütsel destek gibi hem değişkenlerin aracı hem de düzenleyici rollerinin boylamsal tasarımlar kullanarak incelemesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Altuwairqi, W. A., & Alrasheedi, A. A. (2026). Associations between job stress, eating behaviors, and body mass index among healthcare professionals at King Faisal Medical Complex, Taif, Saudi Arabia. *Eating and Weight Disorders, 31*(1), Article 63. https://doi.org/10.1007/s40519-026-01856-2

Erden, S. C., Yilmaz, B. K., Kozaci, N., Uygur, A. B., Yigit, Y., & Karakus, K. (2023). The relationship between depression, anxiety, and stress levels and eating behavior in emergency service workers. *Cureus, 15*(2), e35504. https://doi.org/10.7759/cureus.35504

Guo, X., Gong, S., Chen, Y., Hou, X., Sun, T., Wen, J., Wang, Z., He, J., Sun, X., Wang, S., Feng, X., & Tian, X. (2023). Lifestyle behaviors and stress are risk factors for overweight and obesity in healthcare workers: A cross-sectional survey. *BMC Public Health, 23*, Article 1791. https://doi.org/10.1186/s12889-023-16673-w

National Institute for Occupational Safety and Health. (2008). *Exposure to stress: Occupational hazards in hospitals* (DHHS Publication No. 2008-136). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/niosh/docs/2008-136/pdfs/2008-136.pdf

Scott, C., & Johnstone, A. M. (2012). Stress and eating behaviour: Implications for obesity. *Obesity Facts, 5*(2), 277–287. https://doi.org/10.1159/000338340

Shanafelt, T. D., West, C. P., Sinsky, C., Trockel, M., Tutty, M., Satele, D. V., Carlasare, L. E., & Dyrbye, L. N. (2019). Changes in burnout and satisfaction with work-life integration in physicians and the general US working population between 2011 and 2017. *Mayo Clinic Proceedings, 94*(9), 1681–1694. https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.10.023

Stewart-Knox, B. J. (2014). Eating and stress at work: The need for public health promotion intervention and an opportunity for food product development? *Trends in Food Science & Technology, 35*(1), 52–60. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.10.010

YAPAY ZEKA SOHBET ROBOTU İLE OLUŞTURULAN ÜNİVERSİTE YEMEKHANESİ MENÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ChatGPT ÖRNEĞİ

EVALUATION OF UNIVERSITY CAFETERIA MENUS GENERATED BY AN AI CHATBOT: THE CHATGPT EXAMPLE

Dr. Öğr. Gör. Büşra AÇIKALIN GÖKTÜRK

ORCID: 0000-0003-1084-2570

Ankara Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları (İng)

Dr. Öğr. Üyesi Fatma KILIÇ

ORCID: 0000-0002-7914-5004

Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik

ÖZET

Giriş: Günümüzde yapay zeka sohbet robotları beslenme ve menü planlama süreçlerinde de kullanılabilmektedir. Bununla birlikte yapay zeka araçları ile oluşturulan menülerin besin ögesi içeriği ve toplu beslenme sistemleri ilkeleri açısından uygunluğunun değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Amaç: Bu çalışmada yapay zeka sohbet robotu tarafından üniversite öğrencilerine yönelik oluşturulan öğle yemeği için yemekhane menülerinin enerji besin ögesi içerikleri ile menü planlama ilkelerine uygunluğunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: ChatGPT-5.6 Sol (Plus) sohbet robotu geçici sohbet modunda kullanılarak üniversite öğrencilerine yönelik kış dönemine uygun bir aylık dört kap set seçimsiz öğle yemeği menüsü oluşturulmuştur. Menülerin enerji ve besin ögeleri içerikleri Beslenme Bilgi Sistemi (BeBiS) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca menüler Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular: Menülerin ortalama enerji, protein, karbonhidrat, yağ ve lif içerikleri sırasıyla 566,41±92,91 kkal, 29,03±10,26 g, 53,77±10,76 g, 25,36±5,85 g ve 8,30±3,91 olarak belirlenmiştir. Enerjinin karbonhidrat, protein ve yağdan sağlanan ortalama oranları sırasıyla % 38,95±4,21 % 21,0±7,01 ve %40,0±7,24'tür. Karbonhidrattan sağlanan enerji oranı rehberde önerilen değerlerin altında, protein ve yağdan sağlanan oranlar ise üst sınırların üzerindedir. Menülerin bir kısmında rehberde birlikte tercih edilmemesi önerilen kombinasyonların yer aldığı ve organoleptik uyumsuzluklar belirlenmiştir.

Sonuç: Yapay zeka sohbet robotu ile oluşturulan menülerde enerji ve makro besin ögesi karşılanma yüzdesi ve bazı yemek kombinasyonları açısından ulusal rehber önerileriyle uyumsuzluklar belirlenmiştir. Bulgular yapay zeka aracı ile oluşturulan toplu beslenme menülerinin kolaylık sağlamasının yanında uygulama öncesinde mutlaka beslenme ve menü planlama ilkeleri açısından diyetisyen değerlendirmesinin önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: yapay zeka, menü planlama, toplu beslenme

ABSTRACT

Introduction: Nowadays, artificial intelligence chatbots can also be utilized in nutrition and menu planning processes. However, it is important to evaluate the suitability of menus generated by AI tools regarding their nutrient content and adherence to the principles of institutional food service systems.

Objective: This study aimed to evaluate the energy and nutrient content, as well as the adherence to menu planning principles, of cafeteria lunch menus generated by an AI chatbot for university students.

Methods: A one-month, four-course, fixed-choice lunch menu suitable for the winter term was created for university students using the ChatGPT-5.6 Sol (Plus) chatbot in temporary chat mode. The energy and nutrient content of the menus were analyzed using the Nutrition Information System (BeBiS) software. Additionally, the menus were evaluated according to the "National Menu Planning and Implementation Guide for Institutional Food Service Systems (Mass Catering Facilities)."

Results: The mean energy, protein, carbohydrate, fat, and fiber contents of the menus were determined to be 566.41±92.91 kcal, 29.03±10.26 g, 53.77±10.76 g, 25.36±5.85 g, and 8.30±3.91 g, respectively. The mean proportions of energy derived from carbohydrates, protein, and fat were 38.95±4.21%, 21.0±7.01%, and 40.0±7.24%, respectively. The proportion of energy derived from carbohydrates was below the values recommended in the guide, whereas the proportions derived from protein and fat exceeded the upper limits. In some of the menus, combinations were found that conflicted with guidelines advising against such pairings, and organoleptic incompatibilities were identified.

Conclusion: Inconsistencies with national guideline recommendations were identified in menus generated by the AI chatbot regarding the percentage of energy and macronutrient requirements met, as well as certain food combinations. The findings indicate that while AI tools offer convenience in creating institutional menus, it is essential to have a dietitian evaluate them based on nutrition and menu planning principles prior to implementation.

Keywords: artificial intelligence, menu planning, institutional catering

GİRİŞ

Üniversite gıda çevresi öğrencilerin besin seçimleri, besin alımları, yeme davranışları ve diyet kalitesini etkileyebilmektedir. Besin seçiminde özellikle tat, erişilebilirlik ve sosyoekonomik unsurlar etkili olurken kampüs ortamındaki yüksek tuz, yağ ve ilave şeker tüketimi daha düşük diyet kalitesiyle ilişkilidir (Li vd., 2022). Sağlıklı besinlerin erişilebilir, ekonomik ve kabul edilebilir olduğu bir kampüs ortamı öğrencilerin besin alımını olumlu etkileyebilmektedir (Caruso vd., 2023). Dolayısıyla öğrencilerin yetişkinliğe geçiş döneminin önemli bir bölümünü geçirdiği üniversitelerde sunulan gıda hizmetlerinin sağlıklı beslenmeyi destekleyecek biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir (Dahl vd., 2024). Bu bağlamda toplu beslenme hizmetlerinde menülerin yeterli ve dengeli beslenmeyi destekleyecek biçimde planlanması önem arz etmektedir.

Menü planlamanın temel amaçlarından biri hedef gruptaki bireylerin günlük enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin karşılanması olmakla birlikte planlama sürecinde bireylerin beslenme alışkanlıkları ve kurumsal özellikler gibi çok sayıda faktörün birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Bayrak, 2020). Toplu beslenme sistemlerinde menülerde

besinsel yeterliliğin yanında yemeklerin renk, tekstür ve lezzet açısından uygun kombinasyonlarının oluşturulması ve çeşitlilik de menü kalitesinin bir bileşenidir (Padovan vd., 2023).

Günümüzde genel kullanımı yaygınlaşan yapay zeka (YZ) doğal dil işleme teknolojileri sayesinde kullanıcılarla iletişimi kurabilen karar destek programlarıdır (Haristiani, 2019). ChatGPT gibi üretken YZ sohbet robotları kullanıcıdan alınan bilgiler doğrultusunda beslenme önerileri ve menü planları oluşturabilmekte ve kişiselleştirilmiş sağlık önerileri sunabilmektedir (Hieronimus vd., 2024; Alhur, 2024).

Ancak planlanan menülerin ve önerilerin doğruluğu, güvenilirliği ve güncel kılavuzlara uygunluğu konusunda çelişkili sonuçlar bildirilmiş olup YZ algoritmaları tarafından oluşturulan içeriklerin bir uzman değerlendirmesi olmadan kullanılmasının çeşitli riskler taşıyabileceği de belirtilmiştir (Masalkhi vd., 2024; Ponzo vd., 2024).

Yapay zeka tarafından oluşturulan menü planlarının enerji ve besin ögesi yeterliliğini değerlendiren çalışmalar bulunmakla birlikte (Özer Altundağ, 2025; Hieronimus vd., 2024), üniversite toplu beslenme hizmetlerine yönelik oluşturulan menülerin hem besinsel yeterlilik hem de toplu beslenme sistemlerine özgü menü planlama ilkeleri açısından birlikte değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar sınırlıdır. Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, YZ sohbet robotu tarafından üniversite öğrencilerine yönelik oluşturulan öğle yemeği yemekhane menülerinin enerji ve besin ögesi içerikleri ile toplu beslenme sistemleri menü planlama ilkelerine uygunluğunu değerlendirmektir.

YÖNTEM

Bu çalışma YZ sohbet robotu ChatGPT tarafından oluşturulan üniversite yemekhanesi menülerinin değerlendirilmesine yönelik tanımlayıcı bir araştırmadır. Menülerin oluşturulmasında OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT Plus platformunda GPT-5.6 Sol modeli kullanılmış ve bu işlem Ağustos 2026'da geçici sohbet modunda gerçekleştirilmiştir. Modele çalışma öncesinde herhangi bir eğitim verilmemiş ve ulusal menü planlama rehberi veya rehberde yer alan menü planlama ilkeleri modele sunulmamıştır. Modele istem olarak "*Bir üniversitenin yemekhanesinde uygulanmak üzere üniversite öğrencilerine yönelik 4 haftalık (20 iş günü), her gün dört kaptan oluşan, kış dönemine uygun, set seçimsiz, öğrencilerin besin ögesi ihtiyaçlarına yönelik öğle yemeği menüsü planlar mısın?*" yazılmıştır. Burada genel kullanıcının tek seferlik isteminde eğitilmemiş modelin cevabının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Model tarafından ilk olarak oluşturulan 20 günlük menü doğrudan değerlendirmeye alınmış olup menüler üzerinde yeniden oluşturma, düzeltme veya optimizasyon talep edilmemiştir.

Oluşturulan 20 günlük menünün enerji, makro ve mikro besin ögesi içerikleri Beslenme Bilgi Sistemi (BeBis) tam sürüm versiyonu kullanılarak analiz edilmiştir. Menülerin enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılama durumunun değerlendirilmesinde Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi'nde (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020) 19-24 yaş grubundaki hafif aktivite düzeyine sahip yetişkinler için belirtilen referans değerler esas alınmıştır. Öğünün günlük enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin 2/5'ini karşılaması hedefi esas alınarak her bir menünün enerji ve besin ögeleri için karşılama yüzdeleri hesaplanmıştır. Gereksinimlerin cinsiyete göre farklılık gösterdiği parametrelerde karşılama yüzdeleri kadın ve erkekler için ayrıca değerlendirilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistiksel analizinde SPSS kullanılmıştır.

Menülerin toplu beslenme sistemleri menü planlama ilkelerine uygunluğunun değerlendirilmesinde Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü

Planlama ve Uygulama Rehberi 2020 esas alınmıştır. Bu kapsamda menüler dört kap set seçimsiz menü yapısı, yemek çeşitliliğinin sağlanması, yemek ve menü örüntülerinin tekrarı, yemeklerin içeriklerinin benzerliği, enerji ve makro besin ögesi dengesi ile yemeklerin renk, kıvam, şekil, lezzet, tat ve görünüm gibi organoleptik özelliklerinin birbirleriyle uyumu açısından değerlendirilmiştir.

BULGULAR

ChatGPT sohbet robotuna verilen isteme karşılık verilen yanıtta oluşturduğu menülerde dört kaplı yapıyı genel olarak çorba, ana yemek, yardımcı yemek ve tamamlayıcı şeklinde düzenlediğini, mevsime uygunluk, farklı besin gruplarının dengeli dağılımı, yemek çeşitliliği ile enerji ve temel besin ögelerinin dengeli karşılanmasını gözettiğini belirtmiştir. Ayrıca öğle öğününün günlük enerji gereksiniminin yaklaşık %30-35'ini karşılamasını uygun bir yaklaşım olarak ederek besin ögesi yeterliliğinin net olarak hesaplanabilmesi için standart tarifeler ile porsiyon miktarlarının gerekli olduğunu da belirtmiştir. Oluşturulan menüler Tablo 1'de sunulmuştur. Menülerin tamamı dört kaptan oluşmaktadır.

Tablo 1. ChatGPT tarafından oluşturulan menüler

1.hafta				
Gün	**1. Kap**	**2. Kap - Ana yemek**	**3. Kap**	**4. Kap**
Pazartesi	Mercimek çorbası	Etli kuru fasulye	Bulgur pilavı	Cacık
Salı	Tarhana çorbası	Fırında tavuk + sebze garnitür	Pirinç pilavı	Mevsim salata
Çarşamba	Ezogelin çorbası	Kıymalı ıspanak	Peynirli makarna	Yoğurt
Perşembe	Sebze çorbası	İzmir köfte	Bulgur pilavı	Ayran
Cuma	Yayla çorbası	Fırında balık	Zeytinyağlı barbunya	Tahin helvası
2.hafta				
Pazartesi	Ezogelin çorbası	Etli nohut	Bulgur pilavı	Cacık
Salı	Domates çorbası	Tavuk sote	Sebzeli makarna	Ayran
Çarşamba	Mercimek çorbası	Etli pırasa	Pirinç pilavı	Yoğurt
Perşembe	Tarhana çorbası	Orman kebabı	Bulgur pilavı	Mevsim salata
Cuma	Şehriye çorbası	Fırında tavuk but	Sebzeli bulgur pilavı	Sütlü tatlı
3.hafta				
Pazartesi	Mercimek çorbası	Etli yeşil mercimek	Bulgur pilavı	Cacık
Salı	Yayla çorbası	Fırında tavuk	Sebzeli makarna	Mevsim salata
Çarşamba	Tarhana çorbası	Kıymalı karnabahar	Pirinç pilavı	Yoğurt
Perşembe	Ezogelin çorbası	Tas kebabı	Bulgur pilavı	Ayran
Cuma	Sebze çorbası	Fırında balık	Zeytinyağlı havuç-patates	İrmik tatlısı
4.hafta				
Pazartesi	Tarhana çorbası	Etli kuru fasulye	Bulgur pilavı	Cacık
Salı	Mercimek çorbası	Tavuklu bezelye	Pirinç pilavı	Ayran
Çarşamba	Ezogelin çorbası	Kıymalı kapuska	Peynirli makarna	Yoğurt
Perşembe	Yayla çorbası	Fırın köfte + sebze	Bulgur pilavı	Mevsim salata
Cuma	Sebze çorbası	Etli nohut	Pirinç pilavı	Meyve

Tablo 2'de Menülerin enerji ve makro besin ögesi içerikleri ve rehbere göre günlük gereksinimi karşılama oranları verilmiştir. Menülerin günlük ortalama enerji içeriği 566,41±92,91 kkal olup öğle öğünü için belirlenen enerji gereksiniminin kadınlarda ortalama %78,67±12,90'ını, erkeklerde ise %64,36±10,56'sını karşıladığı belirlenmiştir. Ortalama protein miktarı 29,03±10,26 g olup gereksiniminin kadınlarda %131,96±46,65'ini ve erkeklerde ise %116,13±41,05'ini karşılamıştır. Karbonhidrat gereksiniminin ortalama %103,40±20,69'u, lif gereksiniminin ise %82,98±39,08'i karşılanmıştır. Menülerin enerjiden gelen protein, yağ ve karbonhidrat oranları ise sırasıyla %21,00±7,01, %40,00±7,24 ve %38,95±4,21 olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Menülerin enerji ve makro besin ögesi içeriklerinin ve gereksinim karşılama oranlarının ortalama değerleri (n=20)

Besin ögesi	**Ort. ± SS**	**Min.-Maks.**
Enerji (kkal)	566,41±92,91	381,73-746,77
Enerji karşılama oranı-Kadın (%)	78,67±12,90	53,02-103,72
Enerji karşılama oranı-Erkek (%)	64,36±10,56	43,38-84,86
Protein (g)	29,03±10,26	14,75-49,67
Protein (g) karşılama oranı-Kadın (%)	131,96±46,65	67,05-225,77
Protein (g) karşılama oranı-Erkek (%)	116,13±41,05	59,00-198,68
Protein (% Enerji)	21,00±7,01	15,00-39,00
Yağ (g)	25,36±5,85	12,33-37,13
Yağ (% Enerji)	40,00±7,24	21,00-49,00
Karbonhidrat (g)	53,77±10,76	34,62-78,43
Karbonhidrat (g) karşılama oranı (%)	103,40±20,69	66,58-150,83
Karbonhidrat (% Enerji)	38,95±4,21	31,00-48,00
Lif (g)	8,30±3,91	4,53-17,92
Lif (g) karşılama oranı (%)	82,98±39,08	45,30-179,20
*Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi'nde 19-24 yaş grubundaki hafif aktivite düzeyine sahip yetişkinler için belirtilen referans değerler esas alınmıştır.		

Tablo 3'te makro besin ögelerinin rehbere göre enerjiye katkıları önerilen aralıklar açısından değerlendirilmiştir. Menülerin %90,0'ında (n=18) karbonhidrattan gelen enerji oranı (%) önerilen aralığın altında olup yağdan gelen enerji oranı (%) menülerin %80,0'ında (n=16) önerilen aralığın üzerindedir. Proteinden gelen enerji oranı (%) ise hem kadın hem de erkekler için menülerin %70,0'ında (n=14) önerilen aralıkta iken %30,0'ında (n=6) önerilen aralığın üzerinde bulunmuştur.

Tablo 3. Menülerin makro besin ögesi dağılımlarının hedef aralıklara göre değerlendirilmesi (n=20)

Besin ögesi	**Önerilen aralık**	**Düşük**		**Aralıkta**		**Yüksek**	
		(n)	**(%)**	**(n)**	**(%)**	**(n)**	**(%)**
Karbonhidrat (% Enerji)	%45-60	18	90,0	2	10,0	-	-
Protein (% Enerji)-Kadın	% 14-20	-	-	14	70,0	6	30,0
Protein (% Enerji)-Erkek	% 10-20	-	-	14	70,0	6	30,0
Yağ (% Enerji)	%20-35	-	-	4	20,0	16	80,0
*Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi'nde 19-24 yaş grubundaki hafif aktivite düzeyine sahip yetişkinler için belirtilen referans değerler esas alınmıştır.							

Tablo 4'te menülerin vitamin içerikleri ve gereksinimini karşılama oranları sunulmuştur. Vitaminlerin rehbere göre ortalama karşılama oranları (%) besin ögelerine ve cinsiyete göre farklılık göstermiştir. A, K ve B6 vitaminlerinin ortalama karşılama oranları hedef değerlerin üzerinde bulunurken E vitamini ve tiamin başta olmak üzere bazı vitaminlerde özellikle erkekler için daha düşük karşılama oranları belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Menülerin vitamin içerikleri ve gereksinim karşılama oranlarının ortalama değerleri (n=20)

Besin ögesi	Ort. ± SS	Min.-Maks.
A vitamini (µg)	504,01±420,53	158,00-1918,27
A vitamini karşılama oranı-Kadın (%)	193,85±161,74	60,77-737,80
A vitamini karşılama oranı-Erkek (%)	168,00±140,18	52,67-639,42
E vitamini (mg)	3,55±3,08	0,76-14,36
E vitamini karşılama oranı-Kadın (%)	88,64±77,08	19,00-359,00
E vitamini karşılama oranı-Erkek (%)	70,91±61,67	15,20-287,20
K vitamini (µg)	61,58±69,63	11,00-310,60
K vitamini karşılama oranı-Kadın (%)	171,05±193,41	30,56-862,78
K vitamini karşılama oranı-Erkek (%)	128,29±145,06	22,92-647,08
Tiamin (mg)	0,38±0,14	0,20-0,76
Tiamin karşılama oranı-Kadın (%)	94,25±36,23	50,00-190,00
Tiamin karşılama oranı-Erkek (%)	75,40±28,98	40,00-152,00
Riboflavin (mg)	0,45±0,13	0,19-0,70
Riboflavin karşılama oranı-Kadın (%)	112,25±32,70	47,50-175,00
B2 karşılama oranı-Erkek (%)	89,80±26,16	38,00-140,00
Niasin (mg)	7,19±5,26	3,11-18,78
Niasin karşılama oranı (%)	474,64±350,35	227,37-1338,40
B5 vitamini (mg)	1,82±0,63	0,62-3,28
B6 vitamini (mg)	0,67±0,26	0,38-1,17
B6 vitamini karşılama oranı (%)	133,50±51,47	76,00-234,00
Folat toplam (µg)	122,84±70,21	52,40-336,52
Folat karşılama oranı (%)	93,06±53,19	39,70-254,94
B12 vitamini (µg)	1,89±0,66	0,60-3,20
B12 karşılama oranı (%)	94,33±33,07	30,00-160,00
C vitamini (mg)	43,35±47,94	10,18-222,20
C vitamini karşılama oranı-Kadın (%)	114,08±126,15	26,79-584,74
C vitamini karşılama oranı-Erkek (%)	98,52±108,94	23,14-505,00
*Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi'nde 19-24 yaş grubundaki hafif aktivite düzeyine sahip yetişkinler için belirtilen referans değerler esas alınmıştır.		

Tablo 5'te menülerin mineral içerikleri ve gereksinimini karşılama oranları yer almaktadır. Menülerin mineral içerikleri değerlendirildiğinde öğün için belirlenen gereksinimin ortalama karşılanma oranları potasyum için %54,09±14,03 ve kalsiyum için %52,54±23,89 olarak bulunmuştur. Buna karşılık sodyum ve fosfor için ortalama karşılama oranları ise sırasıyla %139,73±40,62 ve %205,46±52,68'dir. Magnezyum gereksiniminin ortalama karşılanma oranı (%) kadınlarda %99,24±31,33, erkeklerde %85,06±26,86 olarak belirlenirken demir gereksiniminin ortalama %103,03±44,67'si karşılanmıştır.

Tablo 5. Menülerin mineral içerikleri ve gereksinim karşılama oranlarının ortalama değerleri (n=20)

Besin ögesi	Ort. ± SS	Min.-Maks.
Sodyum (mg)	1285,50±373,74	461,87-1872,00
Sodyum karşılama oranı (%)	139,73±40,62	50,20-203,48
Potasyum (mg)	1027,65±266,66	687,00-1816,28
Potasyum karşılama oranı (%)	54,09±14,03	36,16-95,59
Kalsiyum (mg)	210,15±95,56	55,45-430,20
Kalsiyum karşılama oranı (%)	52,54±23,89	13,86-107,55
Magnezyum (mg)	119,09±37,60	53,00-188,42
Mg karşılama oranı-Kadın (%)	99,24±31,33	44,17-157,02
Mg karşılama oranı-Erkek (%)	85,06±26,86	37,86-134,59
Fosfor (mg)	452,01±115,90	203,50-651,20
Fosfor karşılama oranı (%)	205,46±52,68	92,50-296,00
Demir (mg)	4,53±1,97	1,33-8,96
Demir karşılama oranı (%)	103,03±44,67	30,23-203,64
Çinko (mg)	4,27±1,45	0,83-6,75
Çinko karşılama oranı-Kadın (%)	142,23±48,26	27,67-225,00
Çinko karşılama oranı-Erkek (%)	112,29±38,10	21,84-177,63
*Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi'nde 19-24 yaş grubundaki hafif aktivite düzeyine sahip yetişkinler için belirtilen referans değerler esas alınmıştır.		

TARTIŞMA

Bu çalışmada YZ sohbet robotu ChatGPT tarafından üniversite öğrencilerine yönelik oluşturulan 20 günlük, dört kaplı öğle yemeği menüleri enerji ve besin ögesi içerikleri ile toplu beslenme sistemlerinde kullanılan menü planlama ilkeleri açısından değerlendirilmiştir. Bulgular YZ tarafından oluşturulan menülerin çeşitlilik ve bazı yemek eşleşmeleri açısından belirli menü planlama ilkelerini karşılamasına rağmen enerji ile makro ve bazı mikro besin ögelerinin dağılımı açısından menü planlama ilkeleri (Sağlık Bakanlığı, 2020). ile tam olarak örtüşmediğini göstermiştir Menülerin ortalama enerji içeriği 566,41±92,91 kkal olarak bulunmuş olup bu değer kadınlarda öğle öğünü için belirlenen gereksinimin ortalama %78,67'sini, erkeklerde ise %64,36'sını karşılayarak önerilen değerlerin altında kalmıştır.

Bu çalışmada YZ tarafından oluşturulan menüler değerlendirildiğinde yağdan sağlanan enerji oranının yüksek, karbonhidrattan gelen enerji oranının ise düşük olduğu belirlenmiştir. Hieronimus vd. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada ChatGPT ve Bard tarafından oluşturulan farklı beslenme modellerindeki menülerin çoğu besin ögesi açısından referansları karşılamasına rağmen enerji ve karbonhidratın genellikle düşük, proteinin ise çoğunlukla yüksek olduğunu bildirmiştir. Ayrıca tüm menü gruplarında D vitamini ve flor açısından yetersizlikler belirlenmiştir (Hieronimus vd. 2024). Çalışmamızda menülerin ortalama protein gereksiniminin kadınlarda %131,96'sını, erkeklerde %116,13'ünü karşıladığı belirlenmiştir. Enerjinin proteinden gelen oranı ortalama %21,00±7,01 olup menülerin %30'unda önerilen aralığın üzerinde bulunmuştur. Bu durum YZ tarafından hazırlanan menülerde protein kaynaklarının belirgin biçimde öne çıkabildiğini ancak makro besin ögelerinin enerjiye katkılarının önerilen dağılımla tam olarak örtüşmediğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada ChatGPT-4o tarafından

oluşturulan diyet planlarında karbonhidrattan gelen enerji oranının diyetisyenler tarafından hazırlanan planlara kıyasla daha düşük, protein ve yağdan gelen enerji oranlarının ise daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Ozlu Karahan & Kenger, 2025). Benzer şekilde mevcut çalışmada da enerjinin karbonhidrattan gelen ortalama oranı %38,95±4,21 olarak bulunmuş ve menülerin %90'ında karbonhidrattan gelen enerji oranı önerilen değer aralığının altında kalmıştır. Bununla birlikte mevcut çalışmada pilav, makarna ve tahıl grubu besinlerin birçok menüde yer almasına rağmen karbonhidratın enerjiye katkısının düşük kalması dikkat çekicidir. Çalışmamızda menülerin %80'inde yağdan sağlanan enerji oranı önerilen aralığın üzerinde bulunmuştur. Çalışmanın bulgularına paralel olarak ChatGPT-4 kullanılarak oluşturulan menülerde yağ miktarının önerilere göre yüksek (48%) olduğu bildirilmiştir (Bergling vd.,2025). Bu durum yağın sadece pişirme yönteminden değil kullanılan etlerin yağ içeriğinden, kıymalı sebze yemeklerinden ve süt ürünlerinden de kaynaklanıyor olabilir.

Mikro besin ögeleri açısından değerlendirildiğinde menüler arasında belirgin farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Vitamin ve mineral içeriğinin günler arasında değişkenlik göstermesi YZ tarafından oluşturulan 20 gün gibi uzun dönemli menülerin yalnızca günlük çeşitlilik açısından değil aynı zamanda vitamin ve mineral yeterliliği açısından da bütüncül olarak değerlendirilmesinin önemine işaret etmektedir. Yapılan bir çalışmada YZ destekli menülerde vitamin ve mineral yeterliliğinin her zaman sağlanamadığı, özellikle vitamin D, vitamin E, kalsiyum, demir ve vitamin B12 gibi mikro besin ögelerinde yetersizliklerin görülebildiği bildirilmiştir. Ayrıca vitamin A miktarının toksik düzeye ulaşmasa da referans değerlerin üzerinde olduğu belirtilmiştir (Dobrowolski, 2026). Mevcut çalışmada da A, K ve B6 vitaminlerinin ortalama karşılanma oranları yüksek saptanmıştır. Ek olarak sodyum ve fosfor miktarı günlük öğün gereksiniminin üzerinde iken potasyum ve kalsiyum günlük öğün gereksiniminin altında kalmıştır.

Toplu beslenme sistemlerinde menü kalitesi besinsel yeterliliğin yanında yemeklerin lezzet, renk, tekstür ve çeşitlilik açısından uygun biçimde bir araya getirilmesini de kapsamaktadır. Bu çalışmada YZ tarafından oluşturulan menüler ulusal menü planlama rehberi ilkeleri doğrultusunda değerlendirildiğinde yemek çeşitliliği ve yemeklerin birbiriyle uyumu açısından bazı sınırlılıklar olduğu görülmüştür. Tüm menülerde ilk kap olarak çorba yer alırken pilavın 20 günün 13'ünde (%65) yer aldığı ve benzer menü örüntülerinin de haftalar arasında tekrarlandığı belirlenmiştir. Özellikle pazartesi günlerinde aynı menüde çorba, etli kurubaklagil, bulgur pilavı ve cacık biçimindeki benzer örüntünün dört hafta boyunca tekrarlanması da günler ve haftalar arasındaki çeşitliliğin sınırlı kaldığını göstermektedir. Ayrıca çorba ile ayran veya cacığın 8 menüde (%40) birlikte sunulması da yine rehberde belirtilen organoleptik uyum ilkeleriyle çelişmektedir. Bunun yanı sıra aynı öğünde benzer besin veya yemek gruplarının bir araya getirildiği kombinasyonlar söz konusudur. Ezogelin çorbası ile etli nohut veya mercimek çorbası ile etli yeşil mercimek gibi benzer içerikli yemeklerin aynı öğünde bulunması da içerik çeşitliliğini sınırlandırması açısından dikkat çekmektedir. Bununla birlikte bazı menülerde etli kurubaklagil yemekleri ile pilavın birlikte sunulması gibi rehberle uyumlu bazı yemek eşleşmeleri de söz konusudur. Bu bulgular çalışmada YZ aracına sunulan genel istem sonucunda dört kaplı set seçimsiz menü yapısının oluşturulabildiğini ancak günler ve haftalar arasındaki çeşitlilik ile bazı yemeklerin içerik ve organoleptik uyumu açısından birtakım sınırlılıkların bulunduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın sonuçları YZ aracılığıyla yapılan menü planlamasından elde edilen çıktının kullanılan istemin kapsamı ve sonrasında gerçekleştirilecek uzman değerlendirmesiyle birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir. Bu çalışmada modele verilen istemde ulusal menü planlama rehberi, enerji ve besin ögesi alım hedefleri veya detaylı menü

planlama ilkeleri sunulmamış olup modelin ilk yanıtı herhangi bir düzeltme ve yeniden oluşturma yapılmadan değerlendirilmiştir. Bu basit isteme rağmen YZ tarafından oluşturulan tüm menüler dört kaplı yapıda oluşturulmuş ve farklı protein kaynakları, sebzeler ve kurubaklagiller kullanılmış, kızartma yerine ağırlıklı olarak fırın ve tencere yemeklerine yer verilmiş ve tatlı çeşitleri her gün menüye dahil edilmemiştir. Saptanan bu özellikler YZ'nin menü planlamasında bir taslak oluşturma ve alternatif üretme aracı olarak potansiyel kullanımına işaret ederken oluşturulan menülerin menü planlama ilkeleri ve besinsel yeterlilik açısından mutlaka uzman değerlendirmesinden geçirilmesinin önemini göstermektedir.

Üniversite öğrencilerinin gıda ortamı, besin seçimleri ve beslenme davranışları üzerinde etkili olabildiği göz önüne alındığında (Li vd., 2022) yemekhane menülerinin menü planlanma ilkelerine uyum ve besinsel yeterlilik açısından değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bundan dolayı YZ aracılığıyla yemekhane menülerinin oluşturulmasında yalnızca menü oluşturulması değil aynı zamanda oluşturulan çıktının hem hedef gurubun gereksinimleri hem de toplu beslenme ilkeleri açısından değerlendirilmesi elzemdir.

SONUÇ

Bu çalışma ChatGPT örneğinde yapay zeka sohbet robotu araçlarının üniversite yemekhanesi için kısa sürede kapsamlı bir menü taslağı oluşturabildiğini ancak oluşturulan menülerin enerji ve besin ögesi dağılımı ile bazı mikro besin ögeleri ve toplu beslenme sistemi menü planlama ilkeleri bakımından çeşitli uyumsuzluklar içerebildiğini göstermektedir. Bu doğrultuda YZ, üniversite yemekhanesi menü planlama sürecinde menü taslağı oluşturma, yemek çeşitliliği için alternatif üretme ve planlama sürecini hızlandırma amacıyla kullanılabilecek bir araç olarak değerlendirilebilir. Ancak nihai menü planlamasının enerji ve besin ögesi yeterliliği, porsiyon ve reçete standardizasyonu, yemek kombinasyonları, organoleptik özellikler ve hedef grubun gereksinimleri açısından diyetisyen tarafından değerlendirilmesi ve gerektiğinde yeniden düzenlenmesi önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Alhur A.,(2024).Redefining Healthcare with Artificial Intelligence (AI): Contributions of ChatGPT, Gemini and Co-pilot. Treatment, 16(4), E57795.

Bayrak, M. E. (2020). Menü yönetimi ve denetimi. Turkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics, 6(1), 12-17.

Bergling, K., Wang, L. C., Shivakumar, O., Nandorine Ban, A., Moore, L. W., Ginsberg, N., ... & Zhang, H. (2025). From bytes to bites: application of large language models to enhance nutritional recommendations. Clinical Kidney Journal, 18(4), sfaf082.

Caruso, O. T., Schaafsma, H. N., McEachern, L. W., & Gilliland, J. A. (2025). The campus food environment and postsecondary student diet: a systematic review. Journal of American college health : J of ACH, 73(2), 577–601. https://doi.org/10.1080/07448481.2023.2227725

Dahl, A. A., Fandetti, S. M., Ademu, L. O., Harris, R., & Racine, E. F. (2024). Assessing the healthfulness of university food environments: a systematic review of methods and tools. Nutrients, 16(10), 1426. https://doi.org/10.3390/nu16101426

Dobrowolski, H. (2026). An analysis of the nutritional value of diets generated by large language models under average user conditions-3 (LM) Diet Study. Nutrients, 18(14), 2363.

Haristiani, N. (2019). Artificial Intelligence (AI) chatbot as language learning medium: An inquiry. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1387, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.

Hieronimus, B., Hammann, S., & Podszun, M. C. (2024). Can the AI tools ChatGPT and Bard generate energy, macro- and micro-nutrient sufficient meal plans for different dietary patterns?. Nutrition research (New York, N.Y.), 128, 105–114. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2024.07.002

Li, X., Braakhuis, A., Li, Z., & Roy, R. (2022). How does the university food environment impact student dietary behaviors? A systematic review. Frontiers in nutrition, 9, 840818. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.840818

Masalkhi, M., Ong, J., Waisberg, E., & Lee, A. G. (2024). Google DeepMind's gemini AI versus ChatGPT: A comparative analysis in ophthalmology. Eye, 1-6.

Ozlu Karahan, T., & Kenger, E. B. (2025). ChatGPT-4o for weight management: comparison of different diet models. Food Science & Nutrition, 13(7), e70639.

Özer Altundağ, Ö. (2025). Günümüz yapay zeka teknolojileri ile menü planlaması ve besin öğeleri analizi: ChatGPT tabanlı bir yaklaşım. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 34 (Uygarlığın Dönüşümü: Yapay Zeka), 16-35. https://doi.org/10.35379/cusosbil.1642390

Padovan, M., de Senna, F. R., Kimura, J. K., Nascimento, S. T., Moretti, A. C., & Capitani, C. D. (2023). Optimized menu formulation to enhance nutritional goals: design of a mixed integer programming model for the workers' food program in Brazil. BMC nutrition, 9(1), 51. https://doi.org/10.1186/s40795-023-00705-0

Ponzo, V., Goitre, I., Favaro, E., Merlo, F. D., Mancino, M. V., Riso, S., & Bo, S. (2024). Is ChatGPT an effective tool for providing dietary advice?. Nutrients, 16(4), 469

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2020). Toplu beslenme sistemleri (toplu tüketim yerleri) için ulusal menü planlama ve uygulama rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü.

ELEKTIF PERKÜTAN KORONER GIRIŞIM UYGULANAN STABIL KORONER ARTER HASTALARINDA YÜKSEK DUYARLILIKLI C-REAKTIF PROTEIN/YÜKSEK YOĞUNLUKLU LIPOPROTEIN KOLESTEROL ORANININ IŞLEM SONRASI DEĞIŞIMI: ÖN BULGULAR

POSTPROCEDURAL CHANGE IN THE HIGH-SENSITIVITY C-REACTIVE PROTEIN/HIGH-DENSITY LIPOPROTEIN CHOLESTEROL RATIO IN PATIENTS WITH STABLE CORONARY ARTERY DISEASE UNDERGOING ELECTIVE PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION: PRELIMINARY FINDINGS

Duygu TOZCU YILMAZ

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

ORCID: 0000-0002-3972-5442

Abdulkadir ÇAKMAK

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

ORCID: 0000-0001-7427-3368

ÖZET

Giriş: Yüksek duyarlılıklı C-reaktif protein/yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol oranı, inflamasyon ve lipid metabolizmasını birlikte yansıtan bütünleşik bir göstergedir.

Amaç: Bu çalışmada, elektif perkütan koroner girişim uygulanan stabil koroner arter hastalarında bu oranın işlem öncesi ve işlem sonrası kontrol dönemindeki değişiminin değerlendirilmesi amaçlandı.

Yöntem: Çalışmaya, Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Polikliniğinde 1 Ocak 2024–31 Aralık 2025 tarihleri arasında elektif perkütan koroner girişim uygulanan ve çalışma ölçütlerini karşılayan 73 stabil koroner arter hastası dahil edildi. İşlem öncesi son 30 gün ve işlem sonrası 1–3 ay içinde elde edilen yüksek duyarlılıklı C-reaktif protein ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol değerleri kaydedilerek oran hesaplandı. Demografik, klinik, anjiyografik, işlemsel ve rutin laboratuvar verileri incelendi. Eşleştirilmiş karşılaştırmalarda Wilcoxon işaretli sıralar testi, alt grup karşılaştırmalarında Mann–Whitney U ve Kruskal–Wallis testleri, korelasyonlarda Spearman analizi kullanıldı.

Bulgular: Hastaların 55'i erkek, 18'i kadın ve yaş ortalaması 62,52±9,49 yıldı. Yüksek duyarlılıklı C-reaktif protein düzeyi işlem sonrasında 2,58 (1,69–3,86) mg/L'den 1,94 (1,04–3,28) mg/L'ye gerilerken, yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol düzeyi 42,00 (36,00–48,50) mg/dL'den 47,00 (41,00–52,50) mg/dL'ye yükseldi (her ikisi için $p<0,001$). Primer sonlanım değişkeni olan oran 0,0555 (0,0358–0,1011) değerinden 0,0421 (0,0204–0,0722) değerine geriledi ($Z=-6,556$; $p<0,001$; $r=0,77$) ve hastaların %90,4'ünde azaldı. Orandaki değişim cinsiyet, diyabetes mellitus, hipertansiyon, kardiyak ritim ve koroner damar tutulum sayısına göre farklılık göstermedi; incelenen demografik, anjiyografik, işlemsel ve laboratuvar değişkenleriyle anlamlı korelasyon saptanmadı.

Sonuç: Elektif perkütan koroner girişim sonrasında yüksek duyarlılıklı C-reaktif protein/yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol oranında büyük etki büyüklüğüyle ve hastaların çoğunda gözlenen bir azalma saptandı. Bu tutarlı değişim, oranın işlem sonrası inflamasyon–lipid değişiminin izlenmesinde bütünleşik bir belirteç olarak araştırılabileceğini düşündürmektedir. Klinik ve prognostik değerinin belirlenmesi için kontrollü prospektif çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar kelimeler: Stabil koroner arter hastalığı; perkütan koroner girişim; yüksek duyarlılıklı C-reaktif protein; yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol; inflamasyon

ABSTRACT

Introduction: The high-sensitivity C-reactive protein/high-density lipoprotein cholesterol ratio is an integrated indicator reflecting both inflammation and lipid metabolism.

Objective: This study evaluated preprocedural and postprocedural follow-up changes in this ratio among patients with stable coronary artery disease undergoing elective percutaneous coronary intervention.

Methods: The study included 73 patients with stable coronary artery disease who underwent elective percutaneous coronary intervention at the Cardiology Outpatient Clinic of Amasya University Sabuncuoğlu Şerefeddin Training and Research Hospital between January 1, 2024, and December 31, 2025, and met the study eligibility criteria. High-sensitivity C-reactive protein and high-density lipoprotein cholesterol values obtained within 30 days before and 1–3 months after the procedure were recorded, and their ratio was calculated. Demographic, clinical, angiographic, procedural, and routine laboratory data were reviewed. The Wilcoxon signed-rank test was used for paired comparisons, the Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis tests for subgroup comparisons, and Spearman correlation analysis for correlations.

Results: Of the patients, 55 were men and 18 were women; mean age was 62.52±9.49 years. High-sensitivity C-reactive protein decreased from 2.58 (1.69–3.86) mg/L to 1.94 (1.04–3.28) mg/L, whereas high-density lipoprotein cholesterol increased from 42.00 (36.00–48.50) mg/dL to 47.00 (41.00–52.50) mg/dL after the procedure (both $p<0.001$). The primary outcome, the high-sensitivity C-reactive protein/high-density lipoprotein cholesterol ratio, decreased from 0.0555 (0.0358–0.1011) to 0.0421 (0.0204–0.0722) ($Z=-6.556$; $p<0.001$; $r=0.77$) and declined in 90.4% of patients. The change did not differ by sex, diabetes mellitus, hypertension, cardiac rhythm, or number of coronary vessels involved and was not significantly correlated with the demographic, angiographic, procedural, or laboratory variables examined.

Conclusion: The high-sensitivity C-reactive protein/high-density lipoprotein cholesterol ratio decreased after elective percutaneous coronary intervention with a large effect size and in most patients. This consistent change supports further investigation of the ratio as an integrated marker of postprocedural inflammation–lipid changes. Controlled prospective studies are needed to determine its clinical and prognostic value.

Keywords: Stable coronary artery disease; percutaneous coronary intervention; high-sensitivity C-reactive protein; high-density lipoprotein cholesterol; inflammation

ATLARDA İŞİTME DUYUSU VE KULAK POZİSYONLARININ DAVRANIŞSAL DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİNDEKİ ÖNEMİ

THE SENSE OF HEARING AND THE IMPORTANCE OF EAR POSITIONS IN ASSESSING BEHAVIORAL STATE IN HORSES

Doç. Dr. Yavuzkan PAKSOY

Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Zootekni Anabilim Dalı, Sarıçam, Adana.

ORCID NO: 0000-0002-0935-7693

Vet. Hek. Duygu ARSLAN

Alfa Vet Veteriner Hekim Muayenehanesi, İskenderun, Hatay.

ORCID NO: 0009-0000-9803-5452

Öğr. Gör. Ali Ekber ÜN

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Yüksekokulu, Atçılık Bilimi ve Antrenörlüğü Programı, Çubuk, Ankara.

ORCID NO: 0000-0001-5733-2039

ÖZET

Atlar, çevrelerinden gelen uyaranları yüksek duyusal kapasiteyle algılayabilen ve özellikle işitsel uyaranlara karşı duyarlı hayvanlardır. İşitme duyusu; çevresel değişikliklerin algılanması, potansiyel tehlikelerin fark edilmesi, diğer bireylerle iletişim kurulması ve uygun davranışsal yanıtların oluşturulmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Atların kulaklarının hareketli yapısı ve farklı yönlere çevrilebilmesi, ses kaynaklarının belirlenmesine yardımcı olurken aynı zamanda hayvanın dikkat ve davranış durumunun dışarıdan gözlenebilmesini sağlamaktadır. İşitsel uyaranın niteliğine bağlı olarak kulakların ses kaynağına yönelmesi, başın çevrilmesi, vücut pozisyonunun değişmesi veya uyarandan uzaklaşma gibi davranışsal yanıtlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle işitme duyusu, atlarda yalnızca seslerin algılanmasını sağlayan fizyolojik bir sistem olarak değil, çevresel bilginin davranışa dönüştürülmesinde rol oynayan önemli bir duyusal mekanizma olarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmada atlarda işitme duyusunun temel özellikleri, işitsel uyaranların davranış üzerindeki etkileri ve kulak pozisyonlarının davranışsal durumun değerlendirilmesindeki önemi literatür bilgileri doğrultusunda ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: At, işitme, kulak, davranış, işitsel uyaran, hayvan refahı

ABSTRACT

Horses are animals that can perceive stimuli from their environment with a high sensory capacity and are particularly sensitive to auditory stimuli. The sense of hearing plays a vital role in perceiving environmental changes, recognizing potential dangers,

communicating with other individuals, and generating appropriate behavioral responses. The mobile structure of horses' ears and their ability to turn in different directions helps in identifying sound sources while also allowing for external observation of the animal's attention and behavioral state. Depending on the nature of the auditory stimulus, behavioral responses such as turning the ears towards the sound source, turning the head, changing body position, or moving away from the stimulus may occur. Therefore, the sense of hearing in horses should be considered not only as a physiological system that enables the perception of sounds, but also as an important sensory mechanism that plays a role in converting environmental information into behavior. This study examines the fundamental characteristics of hearing in horses, the effects of auditory stimuli on behavior, and the importance of ear positions in assessing behavioral status, based on existing literature.

Keywords: Horse, hearing, ear, behavior, auditory stimulus, animal welfare

GİRİŞ

Atlar (*Equus caballus*), çevreleriyle sürekli etkileşim içerisinde bulunan ve bu etkileşim sırasında görme, işitme, koku alma ve dokunma gibi duyusal sistemlerinden yararlanan hayvanlardır. Özellikle işitme duyusu, çevrede meydana gelen değişikliklerin hızlı biçimde algılanması açısından önemli bir yere sahiptir. Doğal yaşamda av konumunda bulunan atlar için çevreden gelen sesleri erken fark etmek, potansiyel tehlikeleri değerlendirmek ve uygun davranışsal yanıtı oluşturmak yaşamsal önem taşımaktadır.

Atın Türk kültüründeki yeri de tarih boyunca oldukça önemli olmuştur. Türk topluluklarında at; ulaşım, göç, savaş, beslenme ve sosyal yaşamın yanı sıra kültürel ve mitolojik unsurların da önemli bir parçası olarak değerlendirilmiştir. Türklerin atı "kardeş" ve "arkadaş" olarak görmesi, at ile insan arasındaki ilişkinin yalnızca kullanım amacıyla sınırlı olmadığını göstermektedir (Beşen Delice, 2015; Keleş, 2017).

Bu tarihsel ilişkinin günümüzde de sürdürülebilmesi için atların davranışlarının doğru anlaşılması önemlidir. Bu noktada duyusal sistemlerin ve özellikle işitmenin değerlendirilmesi, at-insan etkileşiminin daha sağlıklı biçimde kurulmasına katkı sağlayabilir.

Atlarda İşitme Sisteminin Temel Özellikleri

Memelilerde işitme sistemi dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç temel bölümden oluşmaktadır. Dış kulak, ses dalgalarının kulak kepçesi ve dış kulak yolu aracılığıyla kulak zarına ulaşmasını sağlar. Orta kulakta bulunan malleus, incus ve stapes adı verilen işitme kemikçikleri, kulak zarında oluşan titreşimleri iç kulağa aktarır. İç kulakta bulunan koklea ise mekanik titreşimlerin işitsel sinyallere dönüştürülmesinde temel role sahiptir. İç kulak aynı zamanda dengeyle ilişkili vestibüler yapıları da içermektedir (Ekdale, 2016).

Atların kulaklarının başın iki yanında bulunması ve geniş hareket kabiliyetine sahip olması, farklı yönlerden gelen seslerin algılanmasına olanak sağlamaktadır. Kulakların ses kaynağına doğru çevrilmesi, hayvanın ilgili uyarana dikkatini yönelttiğinin gözlenebilir bir göstergesidir. Atların bir veya iki kulağını sesin geldiği yöne çevirebilmesi, çevredeki işitsel uyaranların takip edilmesine katkı sağlamaktadır (Rørvang et al., 2020).

Atların işitme aralığı da davranışları açısından önemlidir. Rørvang ve arkadaşları (2020), atların yaklaşık 50 Hz ile 33 kHz arasında sesleri algılayabildiğini ve insanların duyabildiği yaklaşık 20 Hz–20 kHz aralığıyla karşılaştırıldığında özellikle yüksek frekanslarda daha

geniş bir işitme kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir. Bu özellik, atların insanların fark edemediği bazı sesleri algılayabilmesine neden olabilmektedir.

Heffner ve Heffner (2008) ise memelilerde yüksek frekanslı işitmenin sesin yerinin belirlenmesi açısından önemli olduğunu ve yüksek frekansları algılama kapasitesinin evrimsel süreçlerle ilişkili olduğunu belirtmektedir.

İşitsel Uyaranların Davranış Üzerindeki Etkisi

İşitme ile davranış arasındaki ilişki, atlarda özellikle çevreden gelen seslere verilen tepkiler üzerinden açık biçimde gözlenebilmektedir. Bir sesin algılanması sonrasında kulakların ses kaynağına yönelmesi, başın çevrilmesi ve hayvanın vücut yönünü değiştirmesi, işitsel bilginin davranışa yansımasının temel örnekleridir. Bu nedenle işitme, atın çevresini pasif biçimde algılamasını sağlayan bir sistem olmanın ötesinde, çevresel bilgilerin değerlendirilmesine ve davranışsal yanıtların oluşturulmasına katkı sağlayan bir mekanizmadır.

İşitsel uyaranlara verilen tepkinin şiddeti, sesin özelliklerine ve atın önceki deneyimlerine göre değişebilmektedir. Ani, yüksek şiddette veya alışılmadık sesler dikkat yöneltme, irkilme, kaçınma veya uzaklaşma gibi davranışlara neden olabilir. Buna karşılık daha önce deneyimlenmiş ve güvenli olduğu öğrenilmiş seslere verilen tepki daha sınırlı olabilir. Bu durum, atların sesleri yalnızca algılamadığını, aynı zamanda işitsel bilgileri geçmiş deneyimleriyle birlikte değerlendirdiğini göstermektedir.

Atların diğer bireylerden gelen sesleri algılayabilmesi de sosyal davranışları açısından önemlidir. Araştırmalar, atların tanıdıkları bireylere ait görsel ve işitsel bilgileri bir araya getirebildiğini ve tanıdıkları insanları seslerinden ayırt edebildiğini göstermektedir. Bu durum, işitme duyusunun sosyal tanıma ve iletişim süreçlerine de katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Rørvang et al., 2020).

Kulak Hareketleri ve Davranışsal Durum

Atlarda kulak hareketleri, işitme ile davranış arasındaki ilişkinin en kolay gözlenebilen göstergelerinden biridir. Bir ses kaynağına yönelen kulak, hayvanın o uyarana dikkat ettiğini gösterebilir. Özellikle alışılmadık veya beklenmeyen bir ses karşısında kulakların ses kaynağına yönelmesi ve başın aynı doğrultuda çevrilmesi, hayvanın çevresini aktif biçimde değerlendirdiğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte kulak pozisyonunun tek başına atın duygusal durumunu kesin olarak belirlediği düşünülmemelidir. Kulakların yönü ve hareketi; gözlerin görünümü, baş ve boyun pozisyonu, burun delikleri, vücut duruşu ve hareket biçimi gibi diğer davranışsal göstergelerle birlikte değerlendirilmelidir. Böyle bir bütüncül yaklaşım, hayvanın korku, merak, dikkat, rahatlık veya stres gibi farklı durumlarının daha doğru yorumlanmasını sağlayabilir.

Burada özellikle dikkat edilmesi gereken nokta, kulak hareketi ile kulak pozisyonunun aynı anlamı taşımamasıdır**.** Kulakların bir sese doğru çevrilmesi öncelikle işitsel dikkatin bir göstergesi olabilir. Kulakların uzun süre belirli bir konumda tutulması ise hayvanın genel davranışsal durumu hakkında ek bilgi sağlayabilir. Bu nedenle değerlendirme sırasında tek bir anlık görüntü yerine davranışın sürekliliği ve diğer vücut sinyalleri dikkate alınmalıdır.

İşitsel Uyaranlar, Stres ve Spor Performansı

İşitsel uyaranların atların fizyolojik ve davranışsal tepkileri üzerinde etkili olduğu özellikle spor atlarında önem kazanmaktadır. Yarışma ve gösteri ortamlarında müzik, seyirci sesleri, anonslar, ekipman sesleri ve diğer çevresel gürültüler atın dikkatini etkileyebilmektedir.

Hole ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında atların farklı işitsel uyaranlara farklı davranışsal ve fizyolojik tepkiler verdiği gösterilmiştir. Çalışmada 18 ata yarışma veya barınak ortamlarında karşılaşılabilecek farklı sesler dinletilmiş ve kulaklık kullanımı ile kullanılmaması karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, atların sesleri ayırt edebildiğini ve farklı seslere farklı tepkiler verdiğini göstermiştir. Ayrıca gürültü azaltıcı kulaklıkların kullanılması bazı uyaranlara verilen davranışsal ve fizyolojik tepkilerin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Hole et al., 2023).

Bu bulgular, işitsel uyaranların yalnızca dikkat üzerinde değil, stres ve performans üzerinde de etkili olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla spor ortamlarında atın duyabileceği seslerin dikkate alınması, hem hayvan refahı hem de performans açısından önem taşımaktadır.

İşitme Duyusu ve Hayvan Refahı

Atların işitsel kapasitesinin insanlardan farklı olması, atlarla çalışan kişilerin çevresel sesleri değerlendirirken hayvanın duyusal özelliklerini dikkate almasını gerektirmektedir. İnsanların fark edemediği bazı yüksek frekanslı seslerin atlar tarafından algılanabilmesi, insanların "sessiz" olarak değerlendirdiği bir ortamın at açısından aynı şekilde algılanmayabileceğini göstermektedir (Rørvang et al., 2020).

Bu nedenle ahır, padok, eğitim alanı ve yarışma ortamlarında ani ve yüksek seslerin mümkün olduğunca kontrol edilmesi önemlidir. Atın kulak hareketleri ve işitsel uyaranlara verdiği davranışsal tepkilerin gözlenmesi, stres oluşturabilecek çevresel faktörlerin belirlenmesine yardımcı olabilir.

İşitme kaybı da davranışların değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bir faktördür. Magdesian ve arkadaşları (2009), American Paint Horse ırkında sağırlığı fenotipik özellikler, beyin sapı işitsel uyarılmış yanıtları ve endotelin reseptör B genotipi açısından incelemiştir. Bu çalışma, bazı fiziksel özelliklerin işitme kaybı ile ilişkili olabileceğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır.

SONUÇ

Atlarda işitme duyusu, çevresel uyaranların algılanması, tehlikelerin fark edilmesi, diğer bireylerle iletişim kurulması ve uygun davranışsal yanıtların oluşturulması açısından önemli bir duyusal sistemdir. Atların hareketli kulak yapısı ve geniş işitme kapasitesi, çevrelerinden gelen sesleri farklı yönlerden algılamalarına ve bu uyaranlara hızlı biçimde yanıt vermelerine olanak sağlamaktadır.

İşitme duyusu ile davranış arasındaki ilişki özellikle kulak hareketleri üzerinden gözlenebilmektedir. Kulakların ses kaynağına yönelmesi, hayvanın ilgili uyarana dikkat ettiğini gösterirken; işitsel uyaranın niteliğine bağlı olarak baş ve vücut pozisyonunda değişiklikler, irkilme veya kaçınma davranışları ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca işitsel uyaranların stres ve performans üzerindeki etkileri, atların davranışlarının değerlendirilmesinde işitme duyusunun dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bununla birlikte kulak pozisyonu tek başına atın ruhsal veya davranışsal durumunu belirleyen kesin bir ölçüt değildir. Kulak hareketleri; gözler, burun delikleri, baş ve boyun pozisyonu, vücut duruşu ve genel davranış örüntüsüyle birlikte değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, atlarda işitme duyusu ile davranış arasında güçlü ve işlevsel bir ilişki bulunmaktadır**.** İşitsel uyaranların doğru anlaşılması ve kulak hareketlerinin sistematik biçimde gözlenmesi; at davranışlarının daha doğru değerlendirilmesine, at-insan iletişiminin geliştirilmesine, spor performansının desteklenmesine ve hayvan refahının korunmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Beşen Delice, T. (2015). Horse in the Turkmen culture. International Journal of Sport Culture and Science, 3(4), 537–546. https://doi.org/10.14486/IJSCS425

Ekdale, E. G. (2016). Form and function of the mammalian inner ear. Journal of Anatomy, 228(2), 324–337. https://doi.org/10.1111/joa.12308 (Wiley Online Library)

Heffner, H. E., & Heffner, R. S. (2008). High-frequency hearing. In P. Dallos, D. Oertel, & R. Hoy (Eds.), Handbook of the senses: Audition, 3, pp. 55–60. Elsevier.

Hole, C., Murray, R., Marlin, D., & Freeman, P. (2023). Equine behavioural and physiological responses to auditory stimuli in the presence and absence of noise-damping ear covers. Animals, 13(9), 1574. https://doi.org/10.3390/ani13091574

Keleş, N. (2017). Kuzey Germen-İskandinav ve Türk efsanelerinde at motifi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 29, 121–142. https://doi.org/10.5505/pausbed.2017.59219

Magdesian, K. G., Williams, D. C., Aleman, M., Lecouteur, R. A., & Madigan, J. E. (2009). Evaluation of deafness in American Paint Horses by phenotype, brainstem auditory-evoked responses, and endothelin receptor B genotype. Journal of the American Veterinary Medical Association, 235(10), 1204–1211. https://doi.org/10.2460/javma.235.10.1204

Rørvang, M. V., Nielsen, B. L., & McLean, A. N. (2020). Sensory abilities of horses and their importance for equitation science. Frontiers in Veterinary Science, 7, 633. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00633

KURKUMIN DESTEĞI KILOLU VE OBEZ BIREYLERDE VÜCUT KOMPOZISYONUNU DEĞIŞTIRIR MI? RANDOMIZE KONTROLLÜ BIR ÇALIŞMANIN BULGULARI

DOES CURCUMIN SUPPLEMENTATION ALTER BODY COMPOSITION IN OVERWEIGHT AND OBESE INDIVIDUALS? A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Assist. Prof. Dr. Gözde OKBURAN

Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gazimağusa/KKTC

İrem YORGANCI

Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gazimağusa/KKTC

ÖZET

Giriş: Obezite, kronik hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür. Yaşam tarzı değişikliklerine ek olarak kurkumin, antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleriyle destekleyici bir bileşen olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, farklı dozlarda kurkumin tüketiminin kilolu ve obez bireylerde antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Araştırma randomize kontrollü deneysel olarak yürütülmüştür. Çalışmaya herhangi bir kronik hastalığı bulunmayan sedanter yaşam tarzına sahip toplam 78 kilolu ve obez yetişkin dahil edilmiştir. Katılımcılar rastgele yöntemle plasebo (n=27), günde 300 mg kurkumin (1 doz, n=28) ve günde 600 mg kurkumin (2 doz, n=23) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Müdahale süresi 6 hafta olarak planlanmıştır. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda katılımcıların vücut ağırlığı, beden kütle indeksi (BKİ), bel çevresi, kalça çevresi ve vücut kompozisyonu ölçümleri alınmıştır. Verilerin analizinde grup içi karşılaştırmalar ile gruplar arası değerlendirmeler yapılmış, anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Katılımcıların yaş, cinsiyet ve sosyodemografik özellikleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Müdahale sonunda kurkumin kullanan gruplarda vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde başlangıca göre azalma saptanmıştır. BKİ'deki değişim grup içi değerlendirmelerde anlamlı bulunmuş, özellikle 600 mg kurkumin kullanan grupta düşüş daha belirgin olarak gözlenmiştir. Bel ve kalça çevresi açısından grup içi değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakla birlikte, kurkumin kullanan gruplarda plasebo grubuna göre daha fazla azalma eğilimi belirlenmiştir. En yüksek azalma 600 mg kurkumin grubunda bel çevresinde yaklaşık 1,21 cm, kalça çevresinde ise yaklaşık 0,44 cm olarak saptanmıştır. Vücut kompozisyonu değerlendirmesinde yağsız vücut kütlesinde gruplar arasında anlamlı değişiklikler belirlenmiş, özellikle ön test–son test değişimleri açısından kurkumin gruplarında farklılık dikkat çekmiştir.

Sonuç: Altı haftalık kurkumin desteğinin, özellikle 600 mg dozunda, kilolu ve obez bireylerde vücut ağırlığı, BKİ ve bazı vücut kompozisyonu göstergelerinde olumlu değişiklikler sağladığı belirlenmiştir. Kurkuminin destekleyici rolünü doğrulamak için daha geniş ve uzun süreli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kurkumin, vücut ağırlığı, vücut kompozisyonu

ABSTARCT

Introduction: Obesity is a major risk factor for chronic diseases. In addition to lifestyle modifications, curcumin has been considered a potential adjunctive component due to its anti-inflammatory and antioxidant properties. This study aimed to investigate the effects of different doses of curcumin supplementation on anthropometric measurements and body composition in overweight and obese individuals.

Materials and Methods: This randomized controlled experimental study included 78 sedentary overweight and obese adults without any chronic diseases. Participants were randomly assigned to three groups: placebo (n=27), 300 mg/day curcumin (one dose, n=28), and 600 mg/day curcumin (two doses, n=23). The intervention lasted six weeks. At baseline and post-intervention, body weight, body mass index (BMI), waist circumference, hip circumference, and body composition were assessed. Within-group and between-group comparisons were performed, with statistical significance set at $p<0.05$.

Results: No significant differences were observed among the groups in terms of age, sex, or sociodemographic characteristics ($p>0.05$). Following the intervention, reductions in body weight and BMI were observed in the curcumin groups compared with baseline. The within-group change in BMI was statistically significant, with a more pronounced reduction observed in the 600 mg/day curcumin group. Although changes in waist and hip circumferences were not statistically significant within groups, greater reductions were observed in the curcumin groups compared with the placebo group. The greatest reductions were observed in the 600 mg/day curcumin group, with approximately 1.21 cm and 0.44 cm decreases in waist and hip circumference, respectively. Body composition analysis revealed significant between-group differences in lean body mass, with notable differences in pre–post changes among the curcumin groups.

Conclusion: Six weeks of curcumin supplementation, particularly at a dose of 600 mg/day, was associated with favorable changes in body weight, BMI, and certain body composition parameters in overweight and obese individuals. Further large-scale, long-term randomized controlled trials are warranted to clarify the potential adjunctive role of curcumin.

Keywords: Body weight, body composition, curcumin

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNDE KLİNİK KARAR VERME ve YARGILAMAYI GELİŞTİRMEYE YÖNELİK EĞİTİMSEL MÜDAHALELER: SİSTEMATİK DERLEME VE META-ANALİZLERDEN GÜNCEL KANITLAR

EDUCATIONAL INTERVENTIONS TO IMPROVE CLINICAL DECISION-MAKING AND CLINICAL JUDGMENT IN NURSING STUDENTS: CURRENT EVIDENCE FROM SYSTEMATIC REVIEWS AND META-ANALYSES

Dr. Öğr. Üyesi Burcu DEMİRCAN

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6317-4604

ÖZET

Giriş: Klinik karar verme ve klinik yargılama, hemşirelik öğrencilerinin klinik ipuçlarını yorumlaması, hasta gereksinimlerini belirleyip değerlendirmesi ve güvenli bakım kararları alabilmeleri açısından temel mesleki yeterliliklerdir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, hemşirelik öğrencilerinde klinik karar verme ve klinik yargılamayı geliştirmeye yönelik eğitimsel müdahalelere ilişkin güncel kanıtları incelemektir.

Yöntem: PubMed veri tabanında son 10 yılda yayımlanan İngilizce sistematik derleme ve meta-analizler tarandı. Aramada "nursing students" AND ("clinical decision making" OR "clinical decision-making") ve "nursing students" AND "clinical judgment" operatörleri kullanıldı. Lisans hemşirelik öğrencilerinde klinik karar verme ve/veya klinik yargılamayı doğrudan değerlendiren ve tam metnine ulaşılan çalışmalar incelemeye alındı. Dahil edilen tüm çalışmalar; örneklem büyüklüğü, müdahale türleri, ölçülen çıktılar, istatistiksel etki büyüklükleri (SMD/MD), heterojenlik (I^2) değerleri ve metodolojik sınırlılıklar açısından standart bir veri çıkarma formuna tabi tutuldu.

Bulgular: Simülasyon temelli öğrenmede, bir meta-analizde klinik karar verme ve klinik yargılamayı değerlendiren 14 çalışma, sistematik derlemelerde ise 10 çalışma incelenmiş ve olumlu sonuçlar bildirilmiştir. Çoklu öğretim stratejilerinde klinik karar vermeyi değerlendiren 2 çalışma, teknoloji destekli yöntemlerin klinik karar vermeyi iyileştirdiğini belirtmiştir. Yansıtıcı günlüğün etkisinin incelendiği 6 çalışmadan 4 tanesi klinik karar vermede yansıtıcı öğrenmenin etkili olduğunu bildirmiştir. Oyun temelli öğretimde klinik karar vermeyi değerlendiren 2 çalışma, kaçış odası (escape room) uygulamasında ise klinik karar verme ve klinik yargılamayı değerlendiren 1 çalışmada bu öğretim yöntemleri adına iyileştirici sonuçlar sunulmuştur. Sanal gerçeklik uygulamalarına ilişkin bulgular, bu yöntemin özellikle klinik karar verme ve klinik yargılama becerilerinin geliştirilmesinde etkili olabileceğine işaret etmiş ve her iki beceriyi ayrı ayrı değerlendiren 3'er çalışmada da istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bildirilmiştir.

Sonuç: Güncel kanıtlar; simülasyon, yansıtıcı öğrenme, oyun temelli öğretim, escape room ve sanal gerçeklik uygulamalarının klinik karar verme ve klinik yargılamayı geliştirmede umut verici olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte müdahale ve ölçüm farklılıkları ile bazı yöntemlerde sınırlı çalışma sayısı ve meta analizlerin yüksek heterojenliği daha güçlü araştırmalara gereksinim olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik öğrencileri; klinik karar verme; klinik yargılama; eğitimsel müdahaleler; simülasyon.

Abstract

Introduction: Clinical decision-making and clinical judgment are essential professional competencies that enable nursing students to interpret clinical cues, identify and assess patient needs, and make safe care decisions.

Objective: This study aimed to examine current evidence on educational interventions designed to improve clinical decision-making and clinical judgment among nursing students.

Methods: English-language systematic reviews and meta-analyses published within the last 10 years were searched in the PubMed database. The search strategies included "nursing students" AND ("clinical decision making" OR "clinical decision-making") and "nursing students" AND "clinical judgment." Studies that directly evaluated clinical decision-making and/or clinical judgment among undergraduate nursing students and were available in full text were included in the review. All included studies were assessed using a standardized data extraction form for sample size, types of interventions, measured outcomes, statistical effect sizes (SMD/MD), heterogeneity (I^2) values, and methodological limitations.

Results: In simulation-based learning, 14 studies evaluating clinical decision-making and clinical judgment were included in one meta-analysis, while 10 studies were examined in systematic reviews, with positive outcomes reported. Regarding multiple teaching strategies, 2 studies evaluating clinical decision-making reported that technology-supported methods improved clinical decision-making. Of the 6 studies examining the effects of reflective journaling, 4 reported that reflective learning was effective in improving clinical decision-making. In game-based learning, 2 studies evaluating clinical decision-making, and 1 study on escape room applications evaluating clinical decision-making and clinical judgment, reported improvements associated with these teaching methods. Findings on virtual reality applications indicated that this approach may be particularly effective in enhancing clinical decision-making and clinical judgment skills; statistically significant results were reported in 3 studies evaluating each of these skills separately.

Conclusion: Current evidence suggests that simulation, reflective learning, game-based teaching, escape room, and virtual reality applications are promising approaches for improving clinical decision-making and clinical judgment. However, variations in interventions and outcome measures, the limited number of studies on some methods, and the high heterogeneity observed in meta-analyses highlight the need for more robust research.

Keywords: Nursing students; clinical decision-making; clinical judgment; educational interventions; simulation.

HEMŞIRELIK ÖĞRENCILERINDE E-SAĞLIK OKURYAZARLIĞI ILE SIBERKONDRI ARASINDAKI ILIŞKIDE YAPAY ZEKA OKURYAZARLIĞININ ARACI ROLÜ

THE MEDIATING ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE LITERACY IN THE RELATIONSHIP BETWEEN E-HEALTH LITERACY AND CYBERCHONDRIA AMONG NURSING STUDENTS

Sümeyra YILMAZ

Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Aleyna ÖZKAN

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye

Nilay AYAZ

Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Bursa Türkiye

ÖZET

Giriş ve Amaç

Dijital teknolojilerin sağlık alanında yaygınlaşması, bireylerin sağlık bilgilerine erişim ve bu bilgileri değerlendirme biçimlerini değiştirmiş; e-sağlık okuryazarlığını önemli bir sağlık yeterliliği haline getirmiştir. Bununla birlikte, çevrim içi sağlık bilgilerinin bilinçsiz ve aşırı kullanımı siberkondriye yol açabilmekte, yapay zeka teknolojilerinin sağlık alanında giderek yaygınlaşması ise yapay zeka okuryazarlığının önemini artırmaktadır. Bu araştırmanın amacı, hemşirelik öğrencilerinde e-sağlık okuryazarlığı ile siberkondri arasındaki ilişkide yapay zeka okuryazarlığının aracı rolünü belirlemektir.

Yöntem

Araştırma kesitsel tasarım ile yürütülmüştür. Araştırma örneklemini bir üniversitenin 701 hemşirelik öğrencisi oluşturmuştur. Araştırma verilerinin toplanmasında Kişisel Bilgi Formu, E-Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği, Siberkondri Ciddiyet Ölçeği Kısa Formu, Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma, Nisan-Eylül 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yürütülebilmesi için etik kurul izni alınmıştır. Verilerin analizinde sayı, yüzde, ortalama, standart sapma, regresyon analizi; aracı rolü belirlemek için SPSS PROCESS Makro Model 4 kullanılmıştır.

Bulgular

Katılımcıların yaş ortalaması 21,04 ± 1,48 yıl olup %85,2'si kız öğrencilerden oluşmuştur. E-sağlık okuryazarlığı ile yapay zekâ okuryazarlığı arasında pozitif yönde, orta düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r = .527). E-sağlık okuryazarlığı ile siberkondri arasında pozitif yönde zayıf (r = .120), yapay zekâ okuryazarlığı ile siberkondri arasında ise negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı ilişki saptanmıştır (r = -.106). Aracılık analizi sonucunda,

yapay zeka okuryazarlığının e-sağlık okuryazarlığı ile siberkondri arasındaki ilişkide anlamlı bir kısmi aracı rolü olduğu belirlenmiştir.

Sonuç

Hemşirelik öğrencilerinde e-sağlık okuryazarlığı arttıkça yapay zeka okuryazarlığının da arttığı, yüksek yapay zeka okuryazarlığının ise siberkondri düzeyinin azalmasıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Bulgular, hemşirelik eğitiminde e-sağlık ve yapay zeka okuryazarlığının birlikte geliştirilmesinin çevrim içi sağlık bilgilerinin daha bilinçli değerlendirilmesine ve siberkondri riskinin azaltılmasına katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: E-sağlık okuryazarlığı, yapay zekâ okuryazarlığı, siberkondri, hemşirelik öğrencileri

ABSTRACT

Introduction and Aim

The widespread adoption of digital technologies in the healthcare field has changed how individuals access and evaluate health information, making e-health literacy a crucial health competency. However, the unconscious and excessive use of online health information can lead to cyberchondria, and the growing prevalence of artificial intelligence technologies in healthcare underscores the importance of AI literacy. The aim of this research is to determine the mediating role of AI literacy in the relationship between e-health literacy and cyberchondria among nursing students.

Method

The research was conducted using a cross-sectional design. The research sample consisted of 701 nursing students from a university. The Personal Information Form, E-Health Literacy Scale, Cyberchondria Severity Scale Short Form, and Artificial Intelligence Literacy Scale were used to collect research data. The research was conducted between April and September 2025. Ethical committee approval was obtained for the conduct of the research. In the data analysis, numbers, percentages, means, standard deviations, and regression analysis were used; SPSS PROCESS Macro Model 4 was used to determine the mediating role.

Results

The average age of the participants was 21.04 ± 1.48 years, and 85.2% were female students. A positive, moderately significant relationship was found between e-health literacy and artificial intelligence literacy (r = .527). A weak positive (r = .120) relationship was found between e-health literacy and cyberchondria, and a weak negative (r = -.106) relationship was found between artificial intelligence literacy and cyberchondria. Based on the mediation analysis, artificial intelligence literacy has a significant partial mediating role in the relationship between e-health literacy and cyberchondria.

Conclusion

It was observed that as e-health literacy increased among nursing students, artificial intelligence literacy also increased, and high artificial intelligence literacy was associated with lower levels of cyberchondria. The findings suggest that developing e-health and artificial intelligence literacy together in nursing education can contribute to more informed evaluation of online health information and reduce the risk of cyberchondria.

Keywords: E-health literacy, artificial intelligence literacy, cyberchondria, nursing students

PEDİATRİK ACİL SERVİSLERDE ÇOCUK DOSTU BAKIM UYGULAMALARI: GÜNCEL LİTERATÜRÜN İNCELENMESİ

CHILD-FRIENDLY CARE PRACTICES IN PEDIATRIC EMERGENCY DEPARTMENTS: A REVIEW OF CURRENT LITERATURE

Nur IĞNAK

Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Zonguldak / Türkiye

ORCID ID: 0009-0004-0221-38241

Meltem KÜRTÜNCÜ

Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Zonguldak / Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3865-68682

ÖZET

Amaç: Pediatrik acil servisler, çocukların ani gelişen sağlık sorunları nedeniyle tanıdık çevrelerinden ayrılarak yoğun uyaranların bulunduğu bir ortama girdikleri ve çoğu zaman ağrılı ya da invaziv girişimlere maruz kaldıkları klinik birimlerdir. Bu süreç, çocuklarda korku, anksiyete ve güvensizlik duygularını artırabilmektedir. Bu nedenle pediatrik acil bakımın yalnızca hastalığın tedavisine odaklanması değil, çocuğun gelişimsel, psikolojik ve duygusal gereksinimlerini de kapsayan bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesi önem taşımaktadır. Çocuk dostu bakım yaklaşımı, güvenli bakım ortamının oluşturulması, etkili iletişimin sağlanması, aile katılımının desteklenmesi ve çocuğun hastane deneyiminin iyileştirilmesini hedeflemektedir. Bu derlemenin amacı, pediatrik acil servislerde uygulanan çocuk dostu bakım girişimlerine ilişkin güncel kanıtları incelemek ve hemşirelik uygulamalarına yansımalarını değerlendirmektir.

Yöntem: Bu çalışma, 2015–2026 yılları arasında yayımlanan araştırmaların incelendiği bir literatür derlemesidir. PubMed, Google Scholar, DergiPark ve YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarında Türkçe ve İngilizce anahtar sözcükler kullanılarak tarama yapılmıştır. Çocuk dostu fiziksel çevre düzenlemeleri, aile merkezli bakım, terapötik oyun, dikkat dağıtma yöntemleri ile ağrı, korku ve anksiyete yönetimine odaklanan çalışmalar değerlendirilmiştir.

Bulgular: Literatür, çocuk dostu bakımın pediatrik acil servislerde bakım kalitesini artıran çok boyutlu bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Fiziksel çevrenin çocukların yaş ve gelişim özelliklerine uygun biçimde düzenlenmesi, güven duygusunun güçlenmesine ve çevresel stresin azalmasına katkı sağlamaktadır. Aile merkezli bakım uygulamalarında ebeveynlerin bakım sürecine aktif katılımının çocukların kaygısını azalttığı, sağlık çalışanları ile aile arasındaki iş birliğini güçlendirdiği ve bakım memnuniyetini artırdığı bildirilmektedir. Girişimsel işlemler öncesinde uygulanan terapötik oyun yöntemleri ile sanal gerçeklik, tablet ve diğer dijital dikkat dağıtma uygulamalarının özellikle venöz kan alma ve damar yolu açılması sırasında ağrı algısı, korku ve anksiyete düzeylerini azalttığı; çocukların işleme uyumunu kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte çocuk dostu

bakım uygulamalarının standart biçimde değerlendirilmesine yönelik ölçme araçlarının geliştirildiği ve bu alandaki araştırmaların son yıllarda hız kazandığı görülmektedir. Mevcut kanıtlar, çocuk dostu bakım uygulamalarının yalnızca çocukların deneyimlerini iyileştirmekle kalmadığını, aynı zamanda aile memnuniyetini ve hemşirelik bakımının niteliğini de olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. **Sonuç:** Güncel literatür doğrultusunda çocuk dostu bakımın, pediatrik acil hemşireliğinin temel bileşenlerinden biri olduğu görülmektedir. Güvenli fiziksel ortamın sağlanması, aile katılımının desteklenmesi, etkili iletişim kurulması ve kanıta dayalı nonfarmakolojik girişimlerin bakım sürecine entegre edilmesi, çocukların acil servis deneyimlerini iyileştirmektedir. Bu doğrultuda hemşirelerin çocuk dostu bakım konusundaki bilgi ve becerilerinin güçlendirilmesi, sağlık kurumlarında çocuk dostu bakım uygulamalarını destekleyen politikaların yaygınlaştırılması ve uygulamaların geçerli ve güvenilir ölçme araçlarıyla düzenli olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk dostu bakım, pediatrik acil servis, hemşirelik, aile merkezli bakım, terapötik oyun, bakım kalitesi.

ABSTRACT

Purpose: Pediatric emergency departments are clinical units where children leave their familiar environment because of sudden health problems, enter an environment with many stimuli, and are often exposed to painful or invasive procedures. This process may increase feelings of fear, anxiety, and insecurity in children. Therefore, pediatric emergency care should not focus only on the treatment of the disease; it should also include the developmental, psychological, and emotional needs of the child through a holistic approach. The child-friendly care approach aims to provide a safe care environment, ensure effective communication, support family participation, and improve the child's hospital experience. The aim of this review is to examine current evidence on child-friendly care interventions used in pediatric emergency departments and to evaluate their implications for nursing practice.

Method: This study is a literature review of research published between 2015 and 2026. PubMed, Google Scholar, DergiPark, and the YÖK National Thesis Center databases were searched using Turkish and English keywords. Studies focusing on child-friendly physical environment arrangements, family-centered care, therapeutic play, distraction methods, and the management of pain, fear, and anxiety were evaluated.

Results: The literature shows that child-friendly care is a multidimensional approach that improves the quality of care in pediatric emergency departments. Arranging the physical environment according to children's age and developmental characteristics contributes to a stronger sense of safety and reduces environmental stress. In family-centered care practices, active parental participation in the care process has been reported to reduce children's anxiety, strengthen cooperation between healthcare professionals and families, and increase satisfaction with care. Therapeutic play methods used before invasive procedures, as well as virtual reality, tablets, and other digital distraction methods, have been found to reduce pain perception, fear, and anxiety, especially during venous blood sampling and intravenous cannulation, and to improve children's cooperation with the procedure. In addition, measurement tools have been developed to evaluate child-friendly care practices in a standardized way, and research in this field has increased in recent years. Current evidence indicates that child-friendly care practices not only improve children's experiences but also positively affect family satisfaction and the quality of nursing care. **Conclusion:** According to the current literature, child-friendly care is one of the main

components of pediatric emergency nursing. Providing a safe physical environment, supporting family participation, establishing effective communication, and integrating evidence-based non-pharmacological interventions into the care process improve children's experiences in emergency departments. In this context, it is recommended to strengthen nurses' knowledge and skills related to child-friendly care, expand institutional policies that support child-friendly care practices, and regularly evaluate these practices using valid and reliable measurement tools.

Keywords: Child-friendly care, pediatric emergency department, nursing, family-centered care, therapeutic play, quality of care.

BESİN ALERJİSİNDE PSİKOLOJİK UYUM VE BAŞ ETME STRATEJİLERİ: ÇOCUKLAR, ERGENLER VE EBEVEYNLER ÜZERİNE LİTERATÜR İNCELEMESİ

PSYCHOLOGICAL ADJUSTMENT AND COPING STRATEGIES IN FOOD ALLERGY: A REVIEW OF THE LITERATURE ON CHILDREN, ADOLESCENTS, AND PARENT

Meral ÇIKAR

Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Zonguldak / Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-9415-94101

Meltem KÜRTÜNCÜ

Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Zonguldak / Türkiye.

ORCID ID: 0000-0003-3865-6868

ÖZET

Amaç: Besin alerjisi, çocukluk ve ergenlik döneminde yalnızca fiziksel sağlık üzerinde değil, bireyin psikolojik ve sosyal yaşamı üzerinde de önemli etkiler oluşturabilen kronik bir durumdur. Alerjik reaksiyon yaşama korkusu, sürekli tetikte olma, besinlerden kaçınma, sosyal etkinliklere katılımın kısıtlanması ve akran ilişkilerinde yaşanan güçlükler çocuk ve ergenlerin psikolojik uyumunu etkileyebilmektedir. Bunun yanında, çocuğun güvenliğinden sorumlu olan ebeveynlerde de kaygı, stres ve günlük yaşam yükünün artabildiği bildirilmektedir. Bu derlemede, besin alerjisi olan çocuk ve ergenlerin psikolojik uyumunu ve yaşam kalitesini etkileyen faktörlerin yanı sıra ebeveynlerin yaşadığı psikolojik yük ve çocuk, ergen ve ebeveynlerin kullandıkları baş etme stratejilerinin güncel literatür doğrultusunda incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu derleme, besin alerjisinin psikolojik ve psikososyal etkilerine ilişkin ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesiyle oluşturulmuştur. Literatür taramasında PubMed, PubMed Central ve ilgili akademik veri tabanlarında besin alerjisi, çocuk, ergen, ebeveyn, psikolojik uyum, anksiyete, yaşam kalitesi, baş etme ve psikolojik destek anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Türkçe ve İngilizce yayınlar değerlendirmeye alınmıştır. Özellikle çocuk ve ergenlerde yaşam kalitesi, gençlerde anksiyete, ebeveynlerde besin alerjisine özgü kaygı ve psikolojik sıkıntı, ailelerin baş etme deneyimleri ve psikolojik destek gereksinimlerini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir.

Bulgular: Literatür, besin alerjisinin çocuk ve ergenlerin psikososyal yaşamını çeşitli düzeylerde etkileyebildiğini göstermektedir. Çocuk ve ergenlerde besin alerjisine bağlı anksiyete, alerjik reaksiyon yaşama korkusu, sosyal ortamlardan kaçınma ve yaşam kalitesinde azalma bildirilmektedir. Özellikle ergenlik döneminde ebeveynlerden bağımsızlaşma ve besin alerjisinin yönetim sorumluluğunu üstlenme süreci yeni psikososyal güçlükler oluşturabilmektedir. Ebeveynlerde ise çocuğun anafilaksi geçirme korkusu, sürekli kontrol ve tetikte olma, besinlerin güvenilirliğinden emin olamama ve

çocuğun sosyal yaşamına ilişkin endişeler önemli stres kaynakları olarak öne çıkmaktadır. Baş etme stratejileri arasında bilgi edinme, problem çözme, sosyal destekten yararlanma, aile içi iletişim, öz-yeterliğin geliştirilmesi ve alerji yönetiminde sorumluluğun yaşa uygun şekilde paylaşılması yer almaktadır. Ayrıca psikoeğitim ve bilişsel davranışçı terapi gibi psikolojik müdahalelerin özellikle yüksek düzeyde alerji kaygısı yaşayan çocuklar ve ebeveynlerde yararlı olabileceğine ilişkin bulgular bulunmaktadır.

Sonuç: Besin alerjisi, çocuk, ergen ve ebeveynleri yalnızca fiziksel açıdan değil, psikolojik ve sosyal açıdan da etkileyen bir durumdur. Psikolojik uyumun desteklenmesinde çocuğun gelişimsel özellikleri, ergenlik döneminde bağımsızlaşma gereksinimi ve ebeveynlerin kaygı düzeyi birlikte değerlendirilmelidir. Çocuk ve ebeveynlere yönelik psikoeğitim, stres ve kaygı yönetimi, öz-yeterlik geliştirme ve uygun baş etme stratejilerinin desteklenmesi multidisipliner bakımın önemli bir parçasıdır. Hemşirelerin çocuk ve ailelerin psikososyal gereksinimlerini erken dönemde değerlendirmesi ve gerektiğinde psikolojik destek hizmetlerine yönlendirmesi, besin alerjisiyle daha sağlıklı bir uyum sürecinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Besin alerjisi, çocuk, ergen, ebeveyn, psikolojik uyum, anksiyete, baş etme, yaşam kalitesi

ABSTRACT

Purpose: Food allergy is a chronic condition that can affect not only physical health but also the psychological and social well-being of children and adolescents. Fear of allergic reactions, constant vigilance, food avoidance, limitations in social activities, and difficulties in peer relationships may negatively affect psychological adaptation. Parents may also experience increased anxiety, stress, and daily burden due to their responsibility for their child's safety. This review aimed to examine the current literature on psychological adaptation and quality of life in children and adolescents with food allergy, psychological burden among parents, and coping strategies used by children, adolescents, and their parents.

Methods: This review was conducted by examining national and international literature on the psychological and psychosocial effects of food allergy. PubMed, PubMed Central, and relevant academic databases were searched using the keywords food allergy, children, adolescents, parents, psychological adaptation, anxiety, quality of life, coping, and psychological support. Publications in Turkish and English were considered. Studies focusing on quality of life, anxiety, parental distress, coping experiences, and psychological support needs were evaluated.

Results: The literature indicates that food allergy may have various psychosocial effects on children and adolescents. Anxiety related to food allergy, fear of allergic reactions, avoidance of social situations, and reduced quality of life have been reported. During adolescence, the transition toward greater independence and responsibility for food allergy management may create additional psychosocial challenges. Parents may experience significant stress related to fear of anaphylaxis, constant vigilance, uncertainty about food safety, and concerns about their children's social activities. Coping strategies include obtaining information, problem solving, social support, family communication, strengthening self-efficacy, and age-appropriate sharing of allergy-management responsibilities. Psychological interventions, including psychoeducation and cognitive behavioral therapy, may also be beneficial, particularly for children and parents experiencing high levels of food-allergy-related anxiety.

Conclusion: Food allergy affects children, adolescents, and parents not only physically but also psychologically and socially. Psychological adaptation should be assessed by considering developmental characteristics, adolescents' need for independence, and parental anxiety. Psychoeducation, stress and anxiety management, self-efficacy development, and appropriate coping strategies should be incorporated into multidisciplinary care. Nurses have an important role in identifying psychosocial needs and referring children and families to psychological support when necessary.

Keywords: Food allergy, child, adolescent, parent, psychological adaptation, anxiety, coping, quality of life

MESLEKİ UYGULAMANIN HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN PSİKOSOSYAL BAKIM YETKİNLİKLERİNE ETKİSİ: YARI DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

THE EFFECT OF CLINICAL PRACTICE ON NURSING STUDENTS' PSYCHOSOCIAL CARE COMPETENCE: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY

Arş. Gör. Dr. Emine CİNCİOĞLU

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Serdivan, Sakarya

ORCID ID: 0000-0003-1659-9196

Prof. Dr. Gülgün DURAT

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Serdivan, Sakarya

ORCID ID: 0000-0002-9889-3622

ÖZET

Giriş ve Amaç: Hemşirelik eğitiminde, bütüncül bakım vermenin önemi vurgulanmakla birlikte; fiziksel bakımın öne çıktığı klinik uygulamalarda, psikososyal bakım arka planda kalabilmektedir (Karataş ve Kelleci, 2021). Bu çalışmada, hemşirelik 4. sınıf öğrencilerinin intörnlük döneminde yapmış oldukları mesleki uygulamanın, psikososyal bakım yetkinlikleri üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Yöntem: Tek gruplu, ön test-son test ölçümlü, yarı deneysel desendeki araştırmanın evrenini, bir devlet üniversitesinde İşletmede Mesleki Eğitim-I (İME-I) ve İME-II derslerini alan hemşirelik öğrencileri oluşturmuştur. Örneklem seçimi yapılmamış, her iki dersi alan 131 öğrenci ön-son testleri tamamlamış, normalliği bozan 5 veri çıkarılmış ve örneklem 126 öğrenci olarak belirlenmiştir. Veriler Öğrenci Bilgi Formu ve Psikososyal Bakım Yetkinliği Öz Değerlendirme Ölçeği kullanılarak, İME-I'in ilk 3 haftasında (ön test) ve İME-II'nin son 3 haftasında (son test) toplanmıştır. Veri analizinde, tanımlayıcı istatistikler ve Bağımlı Gruplarda t Testi kullanılmıştır.

Bulgular: Öğrencilerin yaş ortalaması 21,63±0,85 yıldır. İME-I'de öğrencilerin %40,5'inin cerrahi, %32,5'inin iç hastalıkları hemşireliği; İME-II'de ise %33,3'ünün iç hastalıkları, %31,7'sinin cerrahi hastalıkları hemşireliği birimlerinde uygulama yaptığı belirlenmiştir. Katılımcıların bilgiyi kullanma (t=-3,99; p<0,001), müdahale (t=-3,47; p=0,001), tanılama (t=-3,95; p<0,001) alt boyutları ve ölçek toplam (t=-4,59; p<0,001) puanlarında anlamlı bir artış saptanırken; semptom tanımlama puanında anlamlı bir değişim olmamıştır (p>0,05). Toplam puan için etki büyüklüğü orta (Cohen d=0,409), alt boyutlar için küçük (Cohen d<0,4) olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Mesleki uygulama, hemşirelik öğrencilerinin psikososyal bakım yetkinliklerini artırmada önemlidir. Bu dönemde hem klinik hem de akademik alanda psikososyal boyutlu vaka analizi toplantılarının düzenlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik eğitimi, Mesleki uygulama, Psikososyal bakım, Yarı deneysel çalışma.

ABSTRACT

Introduction and Aim: Although the importance of providing holistic care is emphasized in nursing education, psychosocial care may remain in the background during clinical practices where physical care is prioritized (Karataş & Kelleci, 2021). This study aimed to determine the effect of clinical practice undertaken by 4th-year nursing students during their internship on their psychosocial care competence.

Methods: The population of this one-group pretest-posttest quasi-experimental study consisted of nursing students taking Workplace Professional Education-I (WPE-I) and WPE-II courses at a state university. No sampling method was used; 131 students taking both courses completed the pre- and post-tests, 5 data points that disrupted normality were removed, and the sample was determined to be 126 students. Data were collected using the Student Information Form and the Psychosocial Care Competence Self-Assessment Scale during the first 3 weeks of WPE-I (pre-test) and the last 3 weeks of WPE-II (post-test). Descriptive statistics and Paired Samples t-Test were used for data analysis.

Results: The mean age of the students was 21.63±0.85 years. It was determined that 40.5% of the students practiced in surgical nursing and 32.5% in internal medicine nursing units during WPE-I, whereas 33.3% practiced in internal medicine and 31.7% in surgical nursing units during WPE-II. A significant increase was found in the participants' post-test scores for the subscales of using knowledge (t=-3.99, p<0.001), intervention (t=-3.47, p=0.001), and diagnosis (t=-3.95, p<0.001), as well as the total scale score (t=-4.59, p<0.001); however, no significant change was observed in the symptom identification subscale score (p>0.05). The effect size was found to be medium for the total score (Cohen's d=0.409) and small for the subscales (Cohen's d<0.4).

Conclusion: Clinical practice is significant in enhancing nursing students' psychosocial care competence. It is recommended to organize psychosocially oriented case analysis meetings in both clinical and academic settings during the clinical practice period.

Key Word: Nursing education, Clinical practice, Psychosocial care, Quasi-experimental study.

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE CHATBOTLARIN ROLÜ: SİSTEMATİK İNCELEME

THE ROLE OF CHATBOTS IN NURSING EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Sinan AYDOĞAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Burdur, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3651-245X

ÖZET

Giriş: Yapay zekâ destekli chatbotlar, hemşirelik eğitiminde öğrencilerin bilgiye erişimini ve öğrenme süreçlerini destekleyen yenilikçi araçlar olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, chatbotların hemşirelik öğrencilerinin akademik ve eğitimsel çıktıları üzerindeki etkilerine ilişkin mevcut kanıtların sistematik olarak değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.

Amaç: Bu sistematik derlemenin amacı, hemşirelik eğitiminde kullanılan chatbotların hemşirelik öğrencilerinin öğrenme süreçleri ve eğitimsel sonuçları üzerindeki etkisini belirlemektir.

Yöntem: Sistematik derleme, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) rehberine uygun olarak planlanmıştır. PICOS çerçevesinde; hemşirelik öğrencilerini içeren, ChatGPT, Google Gemini, Microsoft Copilot, Claude ve hemşirelik eğitiminde kullanılan diğer yapay zekâ destekli chatbotları değerlendiren, geleneksel eğitim yöntemleri, chatbot kullanılmayan eğitim, standart eğitim karşılaştırmaları bulunan çalışmalar dahil edilmiştir. Öğrenme başarısı/akademik başarı, bilgi ve beceri düzeyi temel sonuçlar olarak belirlenmiştir. İngilizce yayımlanan randomize kontrollü ve yarı deneysel çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır. Nitel araştırmalar, sistematik derlemeler, meta-analizler, kontrol grubu bulunmayan ve tam metnine ulaşılamayan çalışmalar dışlanmıştır. Literatür taraması Ocak 2023-Ağustos 2026 tarihleri arasında PubMed (MEDLINE), Scopus ve Web of Science veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Aramada "chatbot", "conversational agent", "generative artificial intelligence", "large language model", "nursing student", "learning", "teaching", "training" ve "education" anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Bulgular: Ön tarama sonucunda PubMed'de 132, Scopus'ta 222 ve Web of Science'da 26 kayıt belirlenmiştir. Chatbotların hemşirelik öğrencilerinin öğrenme süreçleri üzerindeki etkilerini değerlendiren deneysel çalışmaların sistematik olarak incelenmesiyle; öğrenme başarısı/akademik başarı, bilgi, beceri ve diğer eğitimsel sonuçlar açısından elde edilen kanıtların ortaya konması hedeflenmektedir.

Sonuç: Bu sistematik incelemenin, hemşirelik eğitiminde chatbotların kullanımına ilişkin mevcut deneysel kanıtları bütüncül biçimde ortaya koyarak, yapay zekâ destekli öğrenme uygulamalarının hemşirelik eğitimindeki rolünün belirlenmesi ve gelecekteki araştırmalara rehberlik etmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chatbot, yapay zekâ, hemşirelik öğrencileri, hemşirelik eğitimi, öğrenme

ABSTRACT

Introduction: Artificial intelligence-powered chatbots are increasingly being used as innovative tools to support students' access to information and learning processes in nursing education. However, there is a need for a systematic review of the existing evidence regarding the effects of chatbots on the academic and educational outcomes of nursing students.

Objective: The objective of this systematic review is to determine the effect of chatbots used in nursing education on nursing students' learning processes and educational outcomes.

Method: This systematic review was designed in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Within the PICOS framework, studies were included that involved nursing students and evaluated ChatGPT, Google Gemini, Microsoft Copilot, Claude, and other AI-powered chatbots used in nursing education, as well as those comparing these to traditional educational methods, education without chatbots, standard education. Learning outcomes/academic achievement, and levels of knowledge and skills were identified as primary outcomes. Randomized controlled and quasi-experimental studies published in English was considered. Qualitative studies, systematic reviews, meta-analyses, studies without a control group, and studies for which the full text was not available were excluded. The literature search was conducted between January 2023 and August 2026 in the PubMed (MEDLINE), Scopus, and Web of Science databases. The search used the following keywords: "chatbot," "conversational agent," "generative artificial intelligence," "large language model," "nursing student," "learning," "teaching," "training," and "education."

Findings: As a result of the preliminary search, 132 records were identified in PubMed, 222 in Scopus, and 26 in Web of Science. The aim of this systematic review of experimental studies evaluating the effects of chatbots on nursing students' learning processes is to present the evidence obtained regarding learning success/academic achievement, knowledge, skills, and other educational outcomes.

Conclusion: This systematic review is expected to comprehensively present the current experimental evidence regarding the use of chatbots in nursing education, thereby helping to define the role of AI-supported learning applications in nursing education and providing guidance for future research.

Keywords: Chatbot, artificial intelligence, nursing students, nursing education, learning

KOLONOSKOPİYE HAZIRLIK SÜRECİNDE NONFARMAKOLOJİK YAKLAŞIMLAR: DERLEME

NON-PHARMACOLOGICAL APPROACHES IN PREPARATION FOR COLONOSCOPY: REVIEW

Gönül KARADENİZ

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü Sakarya, Türkiye

ORCID NO:0000-0002-3498-7785

Özlem DOĞU

Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü Sakarya, Türkiye

ORCID NO:0000-0003-1257-2551

ÖZET

Kolonoskopi, kolorektal hastalıkların tanı, tarama ve tedavisinde temel bir yöntem olmakla birlikte bağırsak hazırlığının güçlüğü, işlemle ilişkili belirsizlik, mahremiyet kaygısı, ağrı ve bulantı beklentisi nedeniyle hastalar açısından zorlayıcı olabilir. Yetersiz hazırlık görüntüleme kalitesini azaltabilir, işlemi uzatabilir veya tekrarını gerektirebilir. Bu derlemenin amacı, kolonoskopiye hazırlık sürecinde hasta uyumunu ve konforunu desteklemek amacıyla kullanılan nonfarmakolojik yaklaşımları hemşirelik bakımı açısından bütüncül biçimde ele almaktır. Literatürde bireyselleştirilmiş eğitim ve hatırlatma uygulamaları, müzik ve görsel dikkat dağıtma, gevşeme ve bilinçli farkındalık, aromaterapi, akupresür/refleksoloji, hareket ve çiğneme temelli uygulamalar ile semptom yönetimine yönelik tamamlayıcı girişimler öne çıkmaktadır. Eğitim ve telefonla izlem, hazırlık talimatlarının anlaşılmasını ve uygulanmasını desteklerken; müzik, görsel dikkat dağıtma ve gevşeme girişimleri özellikle anksiyete ve algılanan rahatsızlığın azaltılmasında yarar sağlayabilir. Sakız çiğneme ve yürüme gibi düşük maliyetli uygulamalar gastrointestinal motiliteyi destekleme potansiyeli taşımakla birlikte uygulama zamanı, hasta güvenliği ve kanıtların doğrudan kolonoskopi popülasyonuna genellenebilirliği dikkate alınmalıdır. Aromaterapi, akupresür ve refleksoloji için umut verici sonuçlar bulunmakla beraber yöntemlerin standartlaştırılması ve daha güçlü çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir. Sonuç olarak nonfarmakolojik yöntemler farmakolojik bağırsak temizliğinin yerine geçmez; uygun hasta değerlendirmesi ve standart hazırlık protokolüyle birlikte uygulandığında hasta merkezli bakımı güçlendiren tamamlayıcı girişimlerdir. Hemşireler, eğitim, izlem, risk değerlendirmesi ve semptom kontrolünü bir araya getiren bireyselleştirilmiş bakım planlarının yürütülmesinde anahtar role sahiptir.

Anahtar kelimeler: Kolonoskopi, bağırsak hazırlığı, nonfarmakolojik yöntemler, hasta eğitimi, hemşirelik bakımı

ABSTRACT

Colonoscopy is a key procedure for the diagnosis, screening and treatment of colorectal diseases; however, bowel preparation, uncertainty, privacy concerns, and anticipation of pain or nausea can make the process burdensome. Inadequate preparation may impair visualization, prolong the procedure or necessitate repetition. This narrative review discusses non-pharmacological approaches used to support adherence and comfort during preparation for colonoscopy from a nursing perspective. The literature highlights individualized education and reminder interventions, music and audiovisual distraction, relaxation and mindfulness, aromatherapy, acupressure/reflexology, mobility and chewing-based interventions, and complementary strategies for symptom management. Education and telephone follow-up may improve understanding and implementation of preparation instructions, whereas music, visual distraction and relaxation interventions may be particularly useful for reducing anxiety and perceived discomfort. Low-cost strategies such as gum chewing and walking may support gastrointestinal motility; nevertheless, timing, patient safety and the direct applicability of evidence to colonoscopy populations should be considered. Aromatherapy, acupressure and reflexology have yielded promising findings, but standardized protocols and stronger trials are needed. Non-pharmacological interventions do not replace pharmacological bowel cleansing. When integrated with standard preparation and individualized assessment, they may strengthen person-centred care. Nurses have a pivotal role in combining education, follow-up, risk assessment and symptom management into an individualized preparation plan.

Keywords: Colonoscopy, bowel preparation, non-pharmacological interventions, patient education, nursing care

GİRİŞ

Kolorektal kanserler, dünya genelinde en sık görülen üçüncü kanser türü ve kansere bağlı ölümlerin ikinci önde gelen nedeni iken; ülkemizde de hem kadınlarda hem de erkeklerde en sık karşılaşılan üçüncü kanser türü olarak ciddi bir halk sağlığı sorunudur (Sağlık Bakanlığı 2025). Geleceğe yönelik projeksiyonlar yeni vaka sayılarının artmaya devam edeceğini gösterdiğinden, etkin tarama ve erken teşhis stratejilerine duyulan ihtiyaç kritik bir önem taşımaktadır (Siegel et al 2020, Chen et al 2025). Kanser hem dünyada hem de Türkiye'de kalp-damar hastalıklarından sonra ikinci sırada yer alan en önemli ölüm nedenlerinden biridir (Babaoğlu ve ark. 2021, Altunkeser ve Balcıoğlu 2025, Sağlık Bakanlığı 2025). Bu bağlamda, erken evrede teşhis edildiğinde morbidite ve mortalite oranlarını büyük ölçüde azaltan kolorektal kanserlerin tarama, tanı ve takibinde; duyarlılığı ve özgüllüğü en yüksek, altın standart yöntem kolonoskopidir (Yılmaz ve ark. 2018, Erdağı Oral ve Özer 2020). Bu yöntem, son yıllarda gözlemlenen ölüm oranlarındaki belirgin düşüşe de doğrudan katkı sağlamaktadır (Siegel et al. 2020, Chen et al 2025). Ancak kolonoskopi, tanısal ve terapötik açıdan vazgeçilmez bir klinik uygulama olmasına rağmen; gerek bağırsak hazırlığı sürecinde kullanılan laksatifler ve açlık, gerekse işlem sırasında lümene verilen hava ve manipülasyonlar nedeniyle hastalarda anksiyete, bulantı, kusma, karın ağrısı ve şişkinlik gibi yaşam kalitesini ve hasta uyumunu bozan minör komplikasyonlara yol açmaktadır. Bu derlemenin amacı; kolonoskopi hazırlığı, işlem anı ve işlem sonrasında gelişen bu klinik semptomların yönetiminde hasta konforunu artırmayı hedefleyen; kolay uygulanabilir, maliyetsiz ve invaziv olmayan kanıta dayalı non-farmakolojik (farmakolojik olmayan) yöntemleri ve bu yöntemlerin endoskopi hemşireliği bakımındaki rolünü literatür doğrultusunda incelemektir.

KOLONOSKOPİ

Ucunda ileri teknoloji bir kamera sistemi barındıran bükülebilir (fleksibl) ve ince bir tüp vasıtasıyla, anüsten girilerek çekuma kadar tüm kalın bağırsak segmentlerinin gerçek zamanlı incelenmesini sağlayan kolonoskopi (Korkmaz ve ark. 2015, Kızılcık Özkan ve ark. 2016, Akın Eroğlu ve ark. 2025); şüpheli durumlarda histopatolojik inceleme için biyopsi almaya ve eş zamanlı terapötik müdahalelere izin vermesi bakımından radyolojik görüntüleme yöntemlerine karşı en büyük üstünlüğe sahiptir (Korkmaz ve ark. 2015, Karaveli Çakır ve Evirgen 2021). Bu prosedür; kanser öncesi poliplerin saptanıp çıkarılması yoluyla malignite ilerlemesini azaltıp sağkalımı geliştirmenin yanı sıra; malign tıkanıklıklarda kolon stentleme, sigmoid volvulus ve intususepsiyonun endoskopik tedavisi, ameliyat öncesi dövme uygulaması, intraoperatif lezyon lokalizasyonu ile anastomoz bütünlüğünün değerlendirilmesi gibi hem akut hem de kronik gastrointestinal süreçlerde çok yönlü tedavi edici roller üstlenmektedir (Dsouza et al. 2026). İşlem sırasında polipektomi, dilatasyon ve aktif alt GİS kanamalarının durdurulması gibi girişimlerin doğrudan uygulanabilmesi kliniğe büyük avantaj sunarken (Korkmaz ve ark. 2015, Karaveli Çakır ve Evirgen 2021); onkolojik hedeflerin ötesinde divertiküler hastalık, inflamatuar bağırsak hastalığı ve ailesel adenomatöz polipozis, tırtıklı polipozis ile Peutz-Jeghers gibi kalıtsal sendromların teşhisi ve uzun süreli rutin takibinde de bu yöntemin kullanımı zorunludur (Dsouza et al. 2026).

Endoskopi Hemşireliğinin Tanımı ve Rolü ile Kolonoskopi Hazırlığı ve Sonrasında Karşılaşılan Klinik Sorunlar:

Modern sağlık hizmetlerinin artan karmaşıklığı ve işlem ortamlarındaki kalite güvencesi beklentileri, gastrointestinal endoskopide hemşireliğin rolünü yalnızca ileri teknik becerilerle sınırlı kalmayıp; hasta bakımı, işlem güvenliği ve multidisipliner koordinasyonu içeren kapsamlı bir bilgi birikimine doğru geliştirmiştir (Minciullo et al. 2026). Bu evrilen süreçte endoskopi hemşiresi; klinik değerlendirme, sedasyon/hasta monitörizasyonu, enfeksiyon kontrolü (endoskop reprosesing), dokümantasyon ve kalite güvencesi olmak üzere beş temel çekirdek yetkinlik alanında yapılandırılmakta; kolonoskopi boyunca hastanın mahremiyetini, konforunu ve güvenliğini savunan bütüncül bir rol üstlenmektedir (Karadeniz 2006, Karadeniz 2010, Akyüz 2010, Napolitano et al 2025, Minciullo et al 2026). Hemşirenin bu süreçteki eğitici, izlem yapıcı ve klinik karar süreçlerine destek verici rolleri, işlem öncesi dönemden post-prosedürel takibe kadar hasta güvenliği ile prosedür başarısında belirleyici bir etkendir (Kahraman ve Kurşun Kural 2022, Kapucu 2026).

Klinik sürecin ilk ve en zorlayıcı basamaklarından biri olan bağırsak hazırlığında, hastaların %92,2'sinin süreci "çok yorucu" bulması ve bilgilendirme yetersizliğinin uyumu bozması önemli bir problemdir (Çakır ve ark. 2016, Kızılcık Özkan ve ark. 2016, Latos et al. 2022). Bu aşamada laksatif kullanımına bağlı olarak gelişen bulantı (%12-42,63), kusma (%4,56-14,6), kolik ağrılar, dehidratasyon ve anal tahriş gibi semptomların yanı sıra; halsizlik ve baş dönmesinin özellikle yaşlı hastalarda tehlikeli düşme riskleri yaratması, hemşirelik müdahalesini zorunlu kılmaktadır (Kaplan 2018, Sadeghi et al 2022, Şirin ve ark. 2024). Ayrıca bu dönemde hastaların yaşadığı ağrı korkusu ve bilgi eksikliği, sedasyon ihtiyacını ve teknik zorlukları artıran ciddi bir prosedürel anksiyeteye yol açmaktadır (Ünal ve ark. 2011, Erdağı Oral ve Özer 2020, Kardaş Kin ve Türeyen 2023). Hemşireler, bağırsak hazırlığı protokollerini hemşirelik bakım süreçleriyle uyumlu hale getirip planlı eğitimlerle bu kaygıyı hafifletirken; doğru sıvı alımı eğitimi, riskli ilaçların

erken tanınması, sıvı ve nörolojik uyarı işaretlerinin takibi ile yüksek riskli hastalarda bireyselleştirilmiş uygulamalara yönelerek süreci güvenle yönetmelidir (Kapucu 2026).

İşlem öncesi laboratuvar takibini koordine eden hemşire, intra-prosedürel dönemde hekimle eş zamanlı çalışarak hastanın sol lateral dekübit pozisyonunu korumakta ve vital bulguları yakından izlemektedir (T.C. Resmî Gazete 2011, Burtea et al. 2018, Mutlu 2022, Kılınç Akman 2024). Girişim sırasında hasta güvenliğini sağlamanın yanı sıra, kontamine cihazların kaçak testlerini ve standart mekanik temizlik/dezenfeksiyon protokollerini eksiksiz uygulayarak enfeksiyon kontrolü sorumluluğunu yerine getirmek de hemşirenin temel görevleri arasındadır (Karadeniz 2010, DAS 2025). Prosedürün tamamlanmasının ardından, lümen içine verilen hava ve keskin anatomik dönüşler nedeniyle hastaların üçte birinde gaz, şişkinlik, bağırsak spazmı ve akut distansiyon gibi minör komplikasyonlar gözlenmektedir (Aydın ve ark. 2020, Öztürk ve Gürkan 2021, Karaveli Çakır ve Evirgen 2021). Bu semptomlar hastanın zihinsel stresini, hastanede kalış süresini ve bakım maliyetlerini doğrudan artırdığı için yakın hemşirelik takibi ve semptom yönetimi hayati önem taşımaktadır (Waddingham et al. 2023, Mutlu ve ark. 2024). Tüm bunlara ek olarak hemşire, post-prosedürel dönemde sedasyon yan etkileri ile perforasyon veya kanama gibi olası akut/majör komplikasyonların takibini titizlikle yürüterek multidisipliner bakım döngüsünü tamamlamaktadır (Kahraman ve Kurşun Kural 2022).

KOLONOSKOPİYE HAZIRLIKTA TEMEL GEREKSİNİMLER

Yeterli bağırsak temizliği ve hasta uyumu

Başarılı bir kolonoskopi için en temel gereksinim, hastanın önerilen diyet, sıvı ve laksatif rejimine tam uyum göstermesiyle sağlanan optimal bağırsak temizliğidir. Literatürde hastaların hazırlık rejimlerine uyum oranları %87 ile %93 arasında değişse de (Çakır ve ark 2016, Yılmaz ve ark 2018), işlem öncesi yetersiz eğitim, ileri yaş, ilk kez kolonoskopi yaptırma, laksatiflerin kötü tadı ve anksiyete gibi faktörler temizlik kalitesini olumsuz etkilemektedir (Yılmaz ve ark 2018, Jiang et al. 2025). Bu hataları önlemek adına hastanın sağlık okuryazarlığına uygun, geri-anlatım (teach-back) yöntemiyle desteklenmiş net talimatlar verilmektir. Ayrıca, planlı eğitimlerin telefonla izlem veya hatırlatma uygulamalarıyla desteklenmesinin bağırsak hazırlık kalitesini artırdığı ve hasta anksiyetesini azalttığı randomize çalışmalarla kanıtlanmıştır (Burucu ve Öğmen 2025). Bu nedenle, tüm bilgilendirme ve izlem süreçleri hastanın yaşı, dijital erişimi ve sosyal destek düzeyi gibi bireysel özelliklerine göre uyarlanmalıdır.

Anksiyete, Mahremiyet ve Konfor

Kolonoskopi öncesi hastaların yaşadığı anksiyete; işlemin olası sonuçları, ağrı duyma korkusu, sedasyon endişesi, mahremiyet kaybı ve bağırsak hazırlığının yönetilememesi gibi çok boyutlu nedenlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle daha önce kolonoskopi deneyimi olmayan bireylerde işlemle ilişkili utanma ve mahremiyet hassasiyeti, sağlık personeli ile olan iletişimi ciddi düzeyde sınırlayabilmektedir (Erdağı Oral ve Özer, 2020). Bu süreçte hemşirenin yargılayıcı olmayan bir dil kullanması, işlemin basamaklarını önceden açıklaması, mahremiyeti koruyucu fiziksel düzenlemeleri hastaya belirtmesi ve ona soru sorma fırsatı tanıması psikolojik hazırlığın temelini oluşturur. Anksiyetenin doğru değerlendirilmesi yalnızca hastanın duygusal konforunu sağlamakla kalmaz; aynı zamanda işlem sırasında ve sonrasında algılanan ağrı ile fiziksel rahatsızlık düzeyini doğrudan düşürdüğü için de klinik bir önem taşır (Yin et al 2023, Hacker et al. 2025).

KOLONOSKOPİ SÜRECINDE NONFARMAKOLOJİK UYGULAMALAR

Kolonoskopi sürecinde nonfarmakolojik uygulamalar; sedatif veya analjezik ilaç sınıfına girmeyen, işlem öncesinde ve sırasında hastanın anksiyete, ağrı ve fizyolojik stres yanıtlarını en aza indirmeyi, hasta konforunu ve bağırsak hazırlık kalitesini artırmayı hedefleyen bağımsız ve tamamlayıcı klinik girişimlerin bütünü olarak tanımlanmaktadır (Sue-Chue-Lam et al. 2023). Kimyasal sedasyon ve tıbbi analjezi ajanlarının dışında kalan bu ilaç dışı destekleyici stratejiler; hastanın dikkatini başka yöne çekme (müzik, sanal gerçeklik vb.), bilgilendirme, aromaterapi ve fiziksel rahatlama (masaj, sıcak uygulama) gibi pratik teknikleri içermektedir (Zhou et al. 2026). Bireyin hareketliliğini destekleyen, stres ile kaygıyı hafifleten bu yaklaşımlar, hastanın ağrı algısını yönetmesini ve kontrol hissini yeniden kazanmasını sağlayarak çaresizlik hissini en aza indirgemekte, böylece ihtiyaç duyulan analjezik dozunu ve ilaçların olası yan etki risklerini azaltmaktadır (Özveren ve ark. 2016, Gündüz ve Çalışkan 2018).

Sadece fiziksel rahatsızlığa odaklanmakla kalmayıp ağrının zihinsel, davranışsal ve sosyo-kültürel bileşenlerini de hedef alan bu uygulamalar, hastayı tedavi sürecinin aktif bir parçası haline getirerek bütüncül bakımı desteklemekte ve literatürde temelde dört ana kategoride sınıflandırılmaktadır (Komann et al. 2019).

Pasif Fiziksel Uygulamalar: Masaj terapisi, akupunktur, sıcak veya soğuk kompres uygulamaları ve transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS).

Aktif Fiziksel Faaliyetler: Düzenli yürüyüşler, hafif-orta tempolu egzersizler ve derin solunum egzersizleri.

Bilişsel ve Ruhsal Yaklaşımlar: Gevşeme teknikleri, imgeleme (gözünde canlandırma), meditasyon pratikleri ve dua etme.

Zihinsel Odak Değiştiriciler (Dikkat Dağıtma): Sosyal etkileşimde bulunmak, müzik dinlemek ve televizyon izlemek.

Kolonoskopide Aromaterapi ve Destekleyici Uygulamalar:

Kolonoskopi gibi girişimsel işlemler öncesinde hastaların konfor düzeyini artırmak ve kaygıyı kontrol altına almak amacıyla aromaterapiden sıklıkla yararlanılmaktadır (Mogharab et al. 2016, Hozumi et al. 2017). Literatürde farklı uçucu yağların fizyolojik ve psikolojik parametreler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Örneğin, kolonoskopi öncesi Neroli (portakal çiçeği) yağı solutulan deney grubu ile ayçiçek yağı koklatılan kontrol grubunun kıyaslandığı bir çalışmada; Neroli yağının doğrudan anksiyete skorlarında dramatik bir düşüş yaratmasa da hastaların işlem öncesi ve sonrası sistolik kan basıncını güvenli ve etkili bir şekilde düşürerek fizyolojik stres yanıtını baskıladığı tespit edilmiştir (Hu et al. 2010). Greyfurt yağı ile Osmanthus fragrans aromasının klinik kullanımı da hem girişimsel anksiyetenin yatıştırılmasında hem de karın bölgesindeki rahatsızlık hissinin giderilmesinde istatistiksel açıdan anlamlı düzelmeler sağlamaktadır (Hozumi et al. 2017).

Uçucu yağların anksiyete üzerindeki bu olumlu etkileri lavanta yağı çalışmalarında da kendine yer bulmaktadır; lavanta yağı solumanın bireylerin işlem öncesindeki akut anksiyete seviyelerini belirgin şekilde düşürdüğü tespit edilmiştir (Mogharab et al. 2016). Başka bir çalışmada ise kolonoskopi planlanan hastalarda lavanta yağı inhalasyonunun anksiyete ve konfor düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiş; basit ve ucuz bir müdahale olan lavanta yağı inhalasyonunun hasta konforunu artırırken, kaygı üzerinde de istatistiksel olarak anlamlı olmasa da olumlu bir etki gösterdiği sonucuna varılmıştır (Sayılan ve ark 2023).

İnhalasyon (soluma) yoluyla uygulanan bu aromatik yağların yanı sıra, işlem konforunu artırmaya yönelik bölgesel ve diyetsel destekler de klinik başarıyı desteklemektedir. Bölgesel olarak uygulanan nane yağı, kolondaki kasılmaları (spastisiteyi) azaltarak endoskopik görüş kalitesini optimize etmekte; çekuma ulaşma süresi ile toplam operasyon zamanını kısaltarak hem uygulayıcı hem de hasta açısından daha konforlu bir deneyim sunmaktadır (Chumpitazi et al. 2018, Shah et al. 2019, Gergő et al. 2022). Son olarak, hastaların işlem öncesi süreçte en çok zorlandığı aşamalardan biri olan kolon temizliği aşamasında, kullanılan solüsyonların tüketimi esnasında ortaya çıkan bulantı, kusma ve şişkinlik hissinin önüne geçebilmek adına berrak sıvı diyet planına yeşil çayın eklenmesi klinik düzeyde tavsiye edilmektedir (Hao et al. 2020).

Zihinsel, Bilişsel ve Odak Değiştirici Metotlar:

Kolonoskopi öncesi ve esnasında hastaların yaşadığı ağrı ile anksiyeteyi yönetmek, işlem konforunu artırmak ve sedasyon ihtiyacını optimize etmek amacıyla çeşitli non-farmakolojik ve tamamlayıcı yaklaşımlar klinik ortamda sıklıkla test edilmektedir. Bu doğrultuda en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olan işitsel ve görsel odak kaydırma (distraksiyon) tekniklerinin etkinliği literatürde güçlü bir şekilde desteklenmektedir. Girişim öncesinde müzik dinletisi yapılan bireylerin kaygı skorlarında anlamlı bir düşüş kaydedilirken, herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol grubunda ise anksiyete düzeyinin yükseldiği izlenmiştir (Işıkcı ve ark. 2021). Toplam 120 hastanın; müzik, stres topu, işitsel-görsel (audiovisual) distraksiyon ve kontrol grubu olmak üzere 4 kola randomize edildiği bir çalışmada, kolonoskopi esnasındaki ağrı şiddetinin müzik ve işitsel-görsel distraksiyon gruplarında kontrol ve stres topu gruplarına göre anlamlı derecede daha düşük olduğu ($p < 0.001$) saptanmış; ayrıca işlem sonrası hasta memnuniyetinin en yüksek müzik grubunda olduğu tespit edilmiştir (Karaveli Çakır ve Evirgen 2023).Görsel distraksiyon uygulamaları kapsamında endoskopi odasına yerleştirilen özel ekranlar, televizyonlar veya sanal gerçeklik (VR) teknolojileri vasıtasıyla hastaların kendi seçtikleri sinema filmlerini ya da dinlendirici doğa kesitlerini seyretmesi; ağrı ile kaygıyı hafifletmekte, memnuniyeti artırmakta ve ihtiyaç duyulan yatıştırıcı (sedatif) ilaç miktarını azaltmada kritik bir işlev görmektedir (Umezawa et al. 2015, De Silva et al. 2016, Saab et al. 2025). Son dönem geniş ölçekli meta-analiz çalışmalarına göre, VR teknolojisi gibi sürükleyici işitsel-görsel distraksiyonlar ağrı skorlarında ortalama 1.59 puanlık, anksiyete skorlarında ise 7.49 puanlık ağırlıklı bir azalma sağlamaktadır. Bu etki mekanizmasının arkasında, bilişsel odağın tamamen sanal ortama kaydırılmasıyla merkezi sinir sistemindeki ağrı işleme yollarının baskılanması, serotonin ve endojen opioid salınımının tetiklenmesi yatmaktadır (Ahmed et al. 2025).

Gevşeme temelli bir diğer işitsel yaklaşım olan Yoga Nidra ses kayıtlarını girişim esnasında dinleyen hastaların da daha az ağrı hissettiği ve süreci daha yüksek bir konforla tolere edebildiği saptanmıştır; bu teknik kas gruplarını gevşeterek iç organ kaynaklı (viseral) spazm ağrılarını dindirmektedir (Li et al. 2019).Çevresel distraksiyonların yanı sıra, hastaların içsel baş etme mekanizmalarını güçlendiren bilişsel ve davranışsal müdahaleler de akut anksiyete yönetiminde önemli roller oynamaktadır. Girişim öncesinde uygulanan bilişsel yapılandırma ve imgeleme (guided imagery) teknikleri sayesinde hastaların kolonoskopiye dair hatalı bilişsel şemaları (katastrofik/aşırı korku odaklı düşünceleri) düzeltilmekte; işlem odasından çıkış anına kadar yaşayabilecekleri olumsuz duyguları zihinsel olarak simüle etmeleri ve bu anlarda derin nefes gibi bilişsel baş etme mekanizmalarını kullanmaları sağlanarak anksiyete başarıyla yönetilmektedir (Feng et al. 2026). Literatürde ayrıca, spesifik yoga hareketlerinin abdominal organları bükme,

sıkıştırma ve germe yoluyla bağırsak peristaltizmini güçlü bir şekilde aktive ettiği, bu sayede de gastrointestinal kanaldaki atıkların uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte, yoganın bünyesindeki solunum egzersizleri ile meditasyon seansları yalnızca genel bir gevşeme sağlamakla kalmayıp, bağırsak mekanizmalarını optimize etmekte ve kolonoskopi öncesindeki anksiyete düzeylerini düşürmektedir. Ne var ki, hem bedensel hem de ruhsal sağlık üzerinde çok yönlü faydaları bulunan yoganın, hedeflenen iyileşme çıktılarına güvenle ulaşabilmesi adına uzman kontrolünde yürütülmesi bir zorunluluktur (Wang et al. 2025).

Benzer şekilde, kolonoskopi deneyimini ilk kez yaşayacak olan bireylere işlem öncesinde sunulan kısa süreli dijital mindfulness (bilinçli farkındalık) eğitimleri kaygının kontrol edilmesinde yararlıdır (Emerson et al.2026). İlk kez kolonoskopi olacak 100 hasta üzerinde yürütülen güncel bir çalışmada, işlemden 5 gün önce başlayan, "Kabul ve İzleme Teorisine" dayalı kısa mindfulness meditasyonları ve infografik bilişsel bilgilendirmeler içeren çevrim içi bir protokol test edilmiş ve mindfulness grubunun endoskopi bekleme salonunda yapılan ölçümlerde (STAI-S ölçeğine göre) kontrol grubuna kıyasla daha düşük anksiyete skorları sergilediği rapor edilmiştir (Emerson et al. 2026). Bu doğrultuda yönlendirmeli meditatif hipnoz ve derin nefes egzersizleri de kaygı puanlarını hızla aşağı çekerek, tıbbi açıdan sedasyon verilmesi uygun olmayan ya da bunu istemeyen hastalar için güvenli ve fonksiyonel bir alternatif oluşturmaktadır (Ho and Coveney 2020). Son olarak, fiziksel temas içeren tamamlayıcı tekniklerden el ve ayak bölgelerine uygulanan refleksolojinin de hastaların anksiyete düzeylerinin yanı sıra solunum sayısı ve nabız gibi yaşamsal fonksiyonları üzerinde yapıcı etkileri bulunmaktadır (Golitaleb et al. 2025).

Fiziksel, Termal Girişimler ve Gaz Yönetimi:

Girişim esnasında bağırsak lümeni içine oda havası (room air) yerine karbondioksit (CO_2) verilmesinin hastalar üzerinde çok yönlü avantajları bulunmaktadır. CO_2 gazının bağırsak duvarından oda havasına göre yaklaşık 100 kat daha hızlı emilmesi, işlem sonrasında bağırsaktaki aşırı gerilmeye bağlı oluşan refleks bulantıları, abdominal rahatsızlığı, bağırsak şişkinliğini, gerginliğini ve post-kolonoskopi ağrısını anlamlı derecede azaltmaktadır (Wu and Hu 2012, Chen et al. 2016, Sinonque et al 2024). Falt et al. (2017) tarafından Crohn hastalarında yapılan çalışmada, CO_2 kullanımının işlemin başarı oranını (intraprosedürel çıktılar) olumsuz etkilemediği; oda havasına kıyasla kolonoskopiden sonra en az 3 saat boyunca karın ağrısı, şişkinlik ve gaz şikayetlerini dramatik şekilde düşürdüğü gösterilmiştir. Benzer şekilde, derin sedasyon altındaki çocuklarda da kolonoskopi sırasında karbondioksit kullanımının faydaları ağır basmaktadır. CO_2 insüflasyonu çocuklarda karın şişkinliğini önemli ölçüde azaltarak işlem sonrası ağrılı dönemi hafifletmektedir; nitekim bölgesel anestezi alan çocuklarda ağrı kesici ihtiyacının ve VAS ile değerlendirilen ağrı skorlarının CO_2 grubunda belirgin ölçüde düştüğü raporlanmıştır (Kresz et al. 2019).

Besin tüketimi gerçekleşmeden sefalik-vagal sistemi uyaran sakız çiğneme, bir "sahte beslenme" (sham feeding) yöntemi olarak kabul edilmektedir (Fang et al. 2016, Douligeris et al. 2023, Li at al. 2024). Bu eylem, vücutta yiyecek tüketiliyormuş gibi bir algı yaratarak vagus sinirini uyarır; tükürük salgısını ve gastrointestinal sistemi hareketlendirerek sindirim motilitesini (peristaltizm) taklit yöntemiyle tetikler (Fang et al. 2016, Douligeris et al. 2023, Li et al. 2024). Ameliyatlar ve endoskopik müdahaleler sonrası geçici olarak tembelleşebilen bağırsakların hareketlenmesini sağlayan bu yöntem, işlem sırasında içeri basılan gazın çok daha hızlı ve ağrısız bir şekilde dışarı atılmasına yardımcı olur. Cerrahi operasyon geçiren hastalarda gastrointestinal fonksiyonların geri kazanımını hızlandırdığı bilinen sahte beslenme (sham feeding) yönteminin kolonoskopi hazırlık sürecine

uyarlanması, bağırsak temizlik kalitesini doğrudan etkilemese de; hastaların solüsyon uyumunu artırarak bulantı, kusma ve abdominal rahatsızlıkları azaltmada etkin bir destekleyici strateji olarak kullanılabilir (Douligeris et al. 2023, Li et al. 2024). Nitekim literatürde, kolonoskopi öncesi dönemde sakız çiğnemenin hastaların yaşadığı ağrı ve bulantı semptomlarını hafifletmede belirgin faydalar sağladığı gösterilmiştir (Aydın Sayılan ve ark. 2020, Kıyat 2025). Örneğin; temizlik solüsyonunun alımı sırasında verilen aralarda şekersiz sakız çiğneyen hastaların karın bölgesindeki rahatsızlık hissi ile bulantı-kusma insidansının anlamlı düzeyde azaldığı ve ilacı tüketme sürelerinin kısalarak uyum başarısının arttığı saptanmıştır (Lee et al. 2016, Wang et al. 2025). Tüm bunlara ek olarak sakız çiğnemenin, kolonoskopi bağırsak hazırlığının kalitesini optimize eden fizyolojik açıdan sağlıklı, güvenli ve düşük maliyetli bir yöntem olduğu; bu yönüyle yüksek dozda sinameki içeren agresif bağırsak hazırlığı protokollerine de etkin bir kombinasyon olarak önerilebileceği belirtilmektedir (Ergül ve ark. 2014).

Bağırsak temizleme solüsyonlarının alımı sırasında gerçekleştirilen kulak akupresürü uygulamasının, hastaların bulantı sıklığını ve karın şişliği şiddetini önemli ölçüde baskıladığı görülmüştür (Zhang et al. 2025). Bunun yanı sıra, işlem sırasında LI-4, PC-6 ve ST-36 anatomik noktalarına bası uygulanması, hastaların ağrı algısını köreltmekte, girişim konforunu yükseltmekte ve işlem esnasında ihtiyaç duyulan yatıştırıcı ilaç gereksinimini azaltmaktadır (Leung 2016).

Kan akışını canlandırmak ve nöral iletim mekanizmalarını desteklemek amacıyla yumuşak dokulara sistematik ve düzenli uygulanan manevraların bütünü masaj olarak tanımlanmaktadır (Lafçı 2020, Gümüş Şekerci ve Hisar 2024, Yılmaz ve Yılmaz Eker 2024). Dokusal reseptörleri stimüle eden abdominal masaj; non-invaziv ve maliyet-etkin doğası gereği, kolonoskopi sonrası intestinal distansiyona sekonder gelişen ağrının yönetiminde efektif bir hemşirelik girişimidir (Yılmaz ve Yılmaz Eker 2024, Yıldızeli Topçu ve ark. 2025, Küçükaydınoğlu ve Turan 2025, Öztürk ve Gürkan 2025). Distansiyona bağlı akut ağrının kontrolünde karın bölgesine yerleştirilen sıcak paketler (40-45°C) de hasta konforunu optimize eden ekonomik bir seçenektir (Çankurtaran ve Atalay, 2023). Bununla birlikte, işlem esnasında şekillenen kolon spazmlarının giderilmesinde ılık su irigasyonunun yan etkisiz ve efektif bir uygulama olduğu bildirilmiştir (Church, 2002). Son olarak, post-işlem döneminde hastada gözlenen karın ağrısı ve meteorizm (gaz sıkışması, şişkinlik ve kontrol dışı gaz çıkarma) semptom kompleklerinin hafifletilmesinde progressive (kademeli) kas gevşeme egzersizlerinin de terapötik fayda sağladığı belirtilmiştir (Tanrıverdi ve Parlar Kılıç 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kolonoskopiye hazırlıkta nonfarmakolojik yaklaşımlar; hastanın bilgi gereksinimini karşılayan, kaygı ve rahatsızlığı azaltmayı hedefleyen ve sürece aktif katılımını destekleyen tamamlayıcı bakım uygulamalarıdır. En güçlü ve doğrudan uygulanabilir yaklaşım, bireyselleştirilmiş eğitim ile zamanında izlem ve hatırlatmanın bir arada kullanılmasıdır. Müzik, görsel dikkat dağıtma, gevşeme, bilinçli farkındalık, güvenli mobilizasyon ve seçilmiş hastalarda çiğneme temelli girişimler düşük maliyetli destekler sağlayabilir. Aromaterapi, akupresür ve refleksoloji umut verici olmakla birlikte daha standart ve güçlü kanıta gereksinim duyar.

Klinik uygulamada tek bir yöntemin tüm hastalara rutin biçimde verilmesi yerine, risk değerlendirmesine dayalı çok bileşenli bir hazırlık paketi önerilebilir. Bu paket; yazılı ve sözel eğitim, geri-anlatım, telefon/dijital hatırlatma, kaygı ve bulantı yönetimi için hastanın tercih ettiği güvenli bir yöntem ve alarm bulgularına ilişkin açık yönlendirmeyi içermelidir.

Nonfarmakolojik girişimler laksatif hazırlığın, sedasyon güvenliğinin veya komplikasyon izleminin yerine geçmemeli; kanıta dayalı standart bakıma eklenmelidir.

KAYNAKLAR

Ahmed, J. F., Ashrafian, H., Darzi, A., Baena, F. R., Patel, N. (2025). The effect of music and distraction on pain and anxiety during colonoscopy: A systematic review and meta-analysis. Therapeutic Advances in Gastroenterology, 18, 1–27. https://doi.org/10.1177/17562848251378236

Akın Eroğlu S, Temiz G, Büyükkılıç BZ. (2025). Kolonoskopi kararı verilen hastalarda hastaneye başvuru şikâyetlerinin retrospektif olarak incelenmesi. Gevher Nesibe Journal Of Medical & Health Sciences, 10(1):11-18

Akyüz, A. (2010). Endoskopi hemşireliği ve hasta bakımı. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 7(2), 45-52.

Altunkeser M, Balcıoğlu H. (2025). Aile Hekimliği Polikliniğine Başvuran 50-69 Yaş Arası Bireylerde Colon Kanseri Farkındalığının Değerlendirilmesi. TFK / Journal of Medical Clinics, 8(3):195-204

Aydin Sayilan A, Seyhan Ak E, Temiz Z, Öztekin SD, Colak S, Pirti O. (2020). The Effect of Gum Chewing on Abdominal Pain and Nausea Caused by Polyethylene Glycol Solution Used for Intestinal Cleansing Before Colonoscopy An. Endoscopist-Blinded, Randomized Controlled Trial. Gastroenterology Nursing, 43(6):448-455

Aydın MF, Akbulut S, Akyol H, Aydın MA. (2020). Kolonoskopi sonrası nadir bir komplikasyon: Akut apandisit. Endoskopi, 28(3):119-120

Babaoğlu AB, Büyüközmen E, Can FE. (2021). İzmir'de Toplumda Kanser Tarama Testleri Farkındalığı ve Bireylerin Kanser Tarama Testlerine Katılımını Etkileyen Faktörler. Med J West Black Sea, 5(2):173-181.

Burtea, E., Dimitriu, A., Maloş, A., Saftoıu, A. (2018). Periprocedural role of nurses during ınterventional endoscopic procedures under deep sedation. Current Health Sciences Journal, 44(1), 14-18. https://doi.org/10.12865/CHSJ.44.01.02

Burucu R, Öğmen E. (2025). The effect of pre-colonoscopy education and telephone monitoring on patients' anxiety level and bowel preparation: a randomized controlled trial. Turkiye Klinikleri J Nurs Sci., 17(3):838-847

Cankurtaran RE, Atalay R. (2023). Effects of Hot Pack Therapy on Post-Colonoscopy Pain: A Prospective, Randomized, Controlled Study. Pain Management Nursing 24; e148–e151 https://doi.org/10.1016/j.pmn.2023.08.008

Chen, Y. S., Feng, G. H., Yue, Q. Q., Wang, Y. F., Liu, M., Zhao, K. H., Tang, T., Huang, M. T., Yi, W. T., Yan, H. L., Yan, J. H., Zeng, Y. (2025). Effects of non-pharmacological interventions on anxiety in patients undergoing colonoscopy: A network meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Psychosomatic Research, 190, Article 111867. https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2025.112065

Chen SW, Hui CK, Chang JJ, Lee TS, Chan SC, Chien CH, Hu CC, Lin CL, Chen LW, CJLiu, Yen CL, Hsieh PJ.(2015). Carbon dioxide insufflation during colonoscopy can significantly decrease post-interventional abdominal discomfort in deeply sedated patients: A prospective, randomized, double-blinded, controlled trial. JGHF,31(4): 808-813 https://doi.org/10.1111/jgh.13181

Chumpitazi BP, Kearns GL, Shulman RJ. (2018). Review article: The physiologic effects and safety of Peppermint Oil and its efficacy in irritable bowel syndrome and other functional disorders. Alimentary Pharmacology & Therapeutics; 47(6):738–752. https://doi.org/10.1111/apt.14519

Church, J. M. (2002). Warm water irrigation for dealing with spasm during colonoscopy: Simple, inexpensive, and effective. Gastrointestinal Endoscopy, 56(4), 572–574. doi.org

Çakır T, Aslaner A, Mayir B, Doğan U, Gündüz U R, Koşar MN, Oruç M T. (2016). Elektif kolonoskopi öncesi uygulanan kolon hazırlığı talimatlarına hastaların uyumu; anket çalışması. Kocatepe Tıp Dergisi, 17(1):13–17

Dezenfeksiyon Antisepsi Sterilizasyon Rehberi 2025 (DAS). Endoskopların Dekontaminasyonu Bölüm:25; 181-192 https://www.das.org.tr/kitaplar/DAS_Rehberi_2025.pdf

De Silva AP, Niriella MA, Nandamuni Y, Nanayakkara SD, Perera KRP, Kodisinghe SK, Subasinghe KCE, Pathmeswaran A, Silva HJ. (2016). Effect of audio and visual distraction on patients undergoing colonoscopy: a randomized controlled study. Endoscopy International Open; 04: E1211–E1214 DOI http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-117630

Douligeris A, Diakosavvas M, Kathopoulis N, Kypriotis K, Mortaki A, Angelou K, Chatzipapas I, Protopapas A. (2023). The effect of postoperative gum chewing on gastrointestinal function following laparoscopic gynecological surgery. A meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Minimally Invasive Gynecology, 30(10):783-796.

Dsouza, R., Menon, G., Pfeifer, C. (2026). Colonoscopy. In StatPearls. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559274/

Emerson B, Reiter PL, Shoben AB, Klatt M, Chakraborty S, Katz ML. (2026). A pilot randomized controlled trial of an online mindfulness-based intervention to reduce patient anxiety before a first-time screening colonoscopy. Cancer Causes & Control,37:55 https://doi.org/10.1007/s10552-026-02129-0

Erdağı Oral S, Özer N. (2020). Bir kolonoskopi gerçeği: utanma duygusu ve yönetimi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(2):216-221

Ergül B, Filik L, Koçak E, Ersoy O, Başaran M, Yazıcıoğlu N. (2014). Efficacy and safety of gum chewing in adjunct to high-dose senna for bowel cleansing before colonoscopy: A single-blind randomized controlled trial. Saudi Journal of Gastroenterology, 20(6):356-359.

Falt, P., Šmajstrla, V., Fojtík, P., Hill, M., Urban, O. (2017). Carbon dioxide insufflation during colonoscopy in inflammatory bowel disease patients: a double-blind, randomized, single-center trial. European Journal of Gastroenterology & Hepatology, 29(3), 355-359. https://doi.org/10.1097/meg.0000000000000791

Fang J, Wang SL, Fu HY, Li ZS, Bai Y. (2017). Impact of gum chewing on the quality of bowel preparation for colonoscopy: an endoscopist-blinded, randomized controlled trial. Gastrointestinal Endoscopy, 86(1), 187-191. https://doi.org/10.1016/j.gie.2016.05.051

Feng, G. H., Liu, J. J., Wang, Y. F., Chen, Y. S., Zhao, K. H., Yi, W. T., Yue, Q. Q., Zeng, Y. (2026). Psychological intervention for anxiety in patients undergoing colonoscopy: A randomized controlled trial protocol. BMC Psychology, 14(1), Article 681. https://doi.org/10.1186/s40359-026-04094-4

George KT. (2021). Improving Outcomes through Implementation of Gum Chewing for Abdominal Surgical Patients. Iris Journal of Nursing & Care, 3(5):1-3.

Gergő, D., Tóth-Mészáros, A., Wenning, A. S., Fehérvári, P., Do To, U. N., Hegyi, P., Erőss, B., Ványolós, A., & Csupor, D. (2022). Efficacy and Safety of L-Menthol During Gastrointestinal Endoscopy—A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. Frontiers in Medicine, 9, 856014. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.856014

Golitaleb M, Safdari A, Rafiei F, Yaghoobzadeh A, Mohamadi N, Mokhtari R. (2025). Comparing the impact of foot and hand reflexology on anxiety and physiological indices in colonoscopy candidates: A randomized clinical trial. Contemporary Clinical Trials Communications, 44:101449.

Gündüz CS, Çalışkan N. (2018). Ağrı Kontrolünde Uygulanan Non-farmakolojik Yöntemler: Etkinliği Hakkındaki Kanıtlar Yeterli mi? J Tradit Complem Med, 1(2):76-81.

Gümüş Şekerci Y, Hisar F. (2024). The Relationship of Constipation and Abdominal Massage: Current Literature Data. Journal of Nursing and Healthcare Research, 8(2):112-120.

Hacker KS, Curley MA, Siegel CA, Salwen-Deremer JK (2025). "It's a tool, it's got hardships": a qualitative study of patient experience of colonoscopy and implications for trauma-informed care. Ther Adv Gastroenterol; Vol.18: 1–16 https://doi.org/10.1177/17562848251346250

Hao Z, Gong L, Shen Q, Wang H, Feng S, Wang X, Cai Y, Chen J. (2020). Effectiveness of concomitant use of green tea and polyethylene glycol in bowel preparation for colonoscopy: a randomized controlled study. BMC Gastroenterology; 20:150 https://doi.org/10.1186/s12876-020-01220-3

Ho YM, Coveney E. (2020). The Anxiolytic Effect of Hypnosis in Colonoscopy and Sigmoidoscopy.https://www.researchgate.net/publication/342464264_ file:///C:/Users/user/Downloads/BSCAHfinal.pdf (Erişim Tarihi:13.06.2026)

Hozumi H, Hasegawa S, Tsunenari T, Sanpei N, Arashina Y, Takahashi K, Konnno A, Chida E, Tomimatsu S. (2017). Aromatherapies using Osmanthus fragrans oil and grapefruit oil are effective complementary treatments for anxious patients undergoing colonoscopy: A randomized controlled study. Complementary Therapies in Medicine, 34:165–169.

Hu, P.-H., Peng, Y.-C., Lin, Y.-T., Chang, C.-S., Ou, M.-C. (2010). Aromatherapy for reducing colonoscopy related procedural anxiety and physiological parameters: A randomized controlled study. Hepato-Gastroenterology, 57(102-103), 1082–1086.

İşıkcı M., Doğan S., Özbek H.,Gidiş V.(2021). Müzik Terapinin Kolonoskopi Öncesi Hastaların Fiziksel ve Ruhsal Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Uluslararası Sanat ve Sanat Eğitimi Dergisi Yıl:4, Sayı:6, s.213-218

Jiang, H., Li, C., Hu, B., Mou, Y. (2025). Compliance with bowel preparation and its influencing factors in patients undergoing colonoscopy: Cross-sectional study. JMIR Public Health and Surveillance, 14, Article e77189. https://doi.org/10.2196/77189

Kahraman H, Kurşun Kural Ş. (2022). Cerrahi kliniklerde çalışan hemşirelerin ameliyat öncesi hasta eğitimini uygulama durumları. Genel Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(3), 258-268. doi.org

Kaplan M. (2018). Comparison of polyethylene glycol, sodium phosphate, and sennoside for colonoscopy preparation. Endoscopy Gastrointestinal, 26:74-77.

Kapucu, S. (2026). Kolonoskopi hazırlığında su intoksikasyonu ve hiponatremi kaynaklı epileptik atak vaka serileri incelemesi: Hemşirelik bakımı ve yönetiminde kritik noktalar. Türk Hemşireler Dergisi.7(1):69-80 https://dergipark.org.tr/tr/pub/thdd/article/1790749

Karadeniz C. (2006). Endoskopi ünitesinde hemşirelik rolleri ve sorumlulukları. Gastroenteroloji Hemşireliği Dergisi; 4(1):12-18

Karadeniz C. (2010). Endoskopi ünitelerinde sterilizasyon ve dezenfeksiyon sorunları ve enfeksiyon kontrolü. Endoskopik Laparoskopik & Minimal İnvaziv Cerrahi Dergisi; 17(3-4): 166-173

Karaveli Çakır S, Evirgen S. (2021). The Effect of Virtual Reality on Pain and Anxiety During Colonoscopy: A Randomized Controlled Trial. Turk J Gastroenterol, 32(5):451-457.

Kardaş Kin Ö, Türeyen A. (2023). GIS Endoskopi Anksiyetesinin Yönetiminde Kullanılan Non-Farmakolojik Girişimler. Sağlık ve Toplum, 33(3):54-60.

Kıyat İ. (2025). Kolonoskopi Öncesi Standart Hazırlığa Kıyasla Sakız Çiğnemenin Ya Da Yürüme Egzersizinin Bağırsak Hazırlığının Kalitesine ve Hasta Memnuniyetine Etkisi. Doktora Tezi, İÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, İstanbul, (Danışman: Doç. Dr. Nuray Akyüz).

Kızılcık Özkan Z, Ünver S, Yıldız Fındık Ü, Fidan Ş, Albayrak D. (2016). Kolonoskopi yapılan hastalarda retrospektif analizle yetersiz bağırsak hazırlığı nedeniyle tamamlanamayan kolonoskopi işlemlerinin sıklığının belirlenmesi. Endoscopy Gastrointestinal, 24(3):78-82.

Kresz, A., Mayer, B., Zernickel, M., & Posovszky, C. (2019). Carbon dioxide versus room air for colonoscopy in deeply sedated pediatric patients: a randomized controlled trial. Endoscopy International Open, 7(2), E290–E297. https://doi.org/10.1055/a-0806-7060

Komann M, Weinmann C, Schwenkglenks M, Meissner W. (2019). Non-Pharmacological Methods and Post-Operative Pain Relief: An Observational Study. Anesth Pain Med., 9(2):e84674.

Korkmaz H, Kendir İC, Kerpiç O. (2015). Gastroenteroloji ünitemizdeki kolonoskopi sonuçlarımızla birlikte, endikasyonlar komplikasyonlar ve işlem başarısının değerlendirilmesi. Endoscopy Gastrointestinal, 23(1):9-13.

Küçükaydınoğlu S, Turan N. (2025). The effect of abdominal massage applied after surgery on gastrointestinal symptoms and comfort level. Perioperative Medicine, 14(1):1-11.

Lafçı D. (2020). Constipation and Aroma Massage in Elderly Individuals. Bezmialem Science, 8(4):451-456.

Latos W, Aebisher D, Latos M, Krupka-Olek M, Dynarowicz K, Çodûrek E, Cieślar G, Kawczyk-Krupka A. (2022). Colonoscopy: Preparation and Potential Complications. Diagnostics, 12(3):747.

Lee J, Lee E, Kim Y, et al. (2016). Effects of gum chewing on abdominal discomfort, nausea, vomiting and intake adherence to polyethylene glycol solution of patients in colonoscopy preparation. Journal of Clinical Nursing, 25(3-4):518-525.

Leung WW. (2016). Effect Of Electro-Acupuncture and Acu-Tens Durıng Lower Gastroıntestınal Endoscopy. Doctor of Philosophy. The Hong Kong Polytechnic University

Department of Rehabilitation Sciences, http://www.lib.polyu.edu.hk/ (Erişim Tarihi:13.09.2026).

Li K, Han Y, Ullah H, Chang C, Cao L. (2024). Sham feeding as a nursing technology: Recent progress and future perspective. Interdisciplinary Nursing Research, 3(3):135–140.

Li LL, Shu W, Li Z, Liu Q, Wang H, Feng B, Ouyang YQ. (2019). Using Yoga Nidra Recordings for Pain Management in Patients Undergoing Colonoscopy. Pain Management Nursing, 20:39e46 https://doi.org/10.1016/j.pmn.2018.04.005

Minciullo, A., Tartaglini, D., Filomeno, L., Grande, R., Ivziku, D. (2026). Advanced competencies for endoscopy nurses: A rapid review of current practices and training approaches. Nursing & Health Sciences, Advance online publication. doi.org

Mogharab M, Ayoubzadeh K, Hosseini S, Sharifzadeh G. (2016). The Effects of Inhalation of Aromatherapy with Lavender on Anxiety Amongst Patients Undergoing Colonoscopy. Mod Care J., 13(1):9457.

Mutlu S. (2022). Kolonoskopi Sonrası Pozisyon Değişimi ve Abdominal Masajın Anksiyete, Ağrı ve Distansiyona Etkisi. Doktora Tezi, MCBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı, Manisa, (Danışman: Prof. Dr. Emel Yılmaz)

Mutlu S, Yılmaz E, Tutcu Şahin S. (2024). The effect of position change and abdominal massage on anxiety, pain and distension after colonoscopy: A randomized clinical trial. EXPLORE, 20(1):89-94.

Napolitano D, Candela ML, Gaggiotti M, Turchini L, Bertaglia G, Minenna AN, Valdinoci M, Iannone T, Munno N, Iori G, Giaquinto A, Guarini A, Petrocelli G, Zullo A. (2025). Definition of skills and roles of the digestive endoscopy nurse: Italian consensus of ANOTE-ANIGEA. Gastroenterology Nursing, 48(3): 361-371

Öztürk D, Gurkan A. (2021). The effect of post colonoscopy abdominal massage on abdominal pain, distension, discomfort and patient satisfaction: a randomized controlled study protocol. Int J Clin Trials., 8(4):301-307.

Öztürk D, Gürkan A. (2025). Effect of Abdominal Massage on Abdominal Distension, Pain, Comfort, and Patient Satisfaction After Colonoscopy: A Randomized Controlled Trial. Clin Exp Health Sci, 15(3):695-704.

Özveren H, Faydalı S, Özdemir S. (2016). Hemşirelerin ağrının farmakolojik olmayan yöntemlerle kontrolüne ilişkin bilgi ve uygulamaları. Turk J Clin Lab, 7(4):99-105.

Resmî Gazete. (2011). Hemşirelik Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. 19 Nisan 2011 Tarihli ve 27910 Sayılı Resmî Gazete, Ankara. (Erişim Tarihi:16.09.2026)

Saab O, Al-Obaidi H, Merza N, Bhagat U, Al-Sagban A, Algodi M, Abuelazm M, El-Serag H. (2025). The Impact of Visual Distraction Interventions on Patients' Pain and Anxiety During Colonoscopy A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. J Clin Gastroenterol, 59(9):849-862 DOI: 10.1097/MCG.0000000000002086

Sadeghi A, Rahmani K, Moghadam PK, Abdi S, Jahanian A, Fathy M, Mohammadi M, Roshan, M M, Olfatifar M, Zali MR, Hatamnejad MR, Rajabnia, M. (2022). Low volume polyethylene glycol combined with senna versus high volume polyethylene glycol, which

regimen is better for bowel preparation for colonoscopy? A randomized, controlled, and single-blinded trial. Health Science Reports, 5(5), e829. doi: 10.1055/a-0959-0505.

Sağlık Bakanlığı. (2024b). Üst ve Alt Gastrointestinal Sistem Endoskopisi Akılcı İstem Kılavuzu 2024. Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma, Geliştirme ve Sağlık Teknolojisi Değerlendirme Dairesi Başkanlığı, S1-41, Ankara. https://ekutuphane.saglik.gov.tr/Home/GetDocument/668 (Erişim Tarihi: 16.09.2026).

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Kanser Dairesi Başkanlığı. (2025). Kanser Taramaları. https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/kanser-taramalari (Erişim Tarihi: 16.09.2025)

Sayilan, S., Sayilan, A. A., Mert, S., Öztekin, S. D., Baydemir, C. (2023). The effect of precolonoscopy lavender inhalation on patient anxiety and comfort: A randomized, controlled, double-blinded, single-center study. Gastroenterology Nursing, 46(5), 376–385. doi.org

Shah I, Baffy NJ, Horsley-Silva JL, Langlaisc BT, Ruff KC. (2019). Peppermint Oil to Improve Visualization in Screening Colonoscopy: A Randomized Controlled Clinical Trial. Gastroenterol Res., 12(3):141-147.

Siegel, R. L., Miller, K. D., Sauer, A. G., Fedewa, S. A., Butterly, L. F., Anderson, J. C., Cercek, A., Smith, R. A., Jemal, A. (2020). Colorectal cancer statistics, 2020. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 70(3), 145–164.https://doi.org/10.3322/caac.21601

Sinonquel, P., Jans, A., Bisschops, R. (2024). Painless colonoscopy: fact or fiction? Clinical Endoscopy, 57(5), 581–587. https://doi.org/10.5946/ce.2024.001

Sue-Chue-Lam, C., Castelo, M., Benmessaoud, A., Kishibe, T., Llovet, D., Brezden-Masley, C., Yu, A. Y., Tinmouth, J., Baxter, N. N. (2023). Randomised controlled trials of non-pharmacological interventions to improve patient-reported outcomes of colonoscopy: a scoping review. BMJ Open Gastroenterology, 10(1), e001129. doi.org https://doi.org/10.1136/bmjgast-2023-001129

Şirin A, Akan K, Çetin M F. (2024). Yüksek doz senna bağırsak hazırlığında standart rejimler kadar etkin ve tolere edilebilir mi? Senna ile PEG ve sodyum pikosülfat rejimlerinin karşılaştırılması. Akademik Gastroenteroloji Dergisi, 23(1):20-27.

Tanrıverdi S, Parlar Kılıç S. (2023). The Effect of Progressive Muscle Relaxation on Abdominal Pain and Distension in Colonoscopy Patients. Journal of PeriAnesthesia Nursing, 38(2):224−231.

Umezawa S, Higurashi T, Uchiyama S, Sakai E, Ohkubo H, Endo H, Nonaka T, Nakajima A. (2015). Visual distraction alone for the improvement of colonoscopy-related pain and satisfaction. World J Gastroenterol, 21(15): 4707-4714 http://www.wjgnet.com/esps/helpdesk.aspx

Ünal HÜ, Korkmaz M, Özüçürümez G, Sarıtaş S, Selçuk H, Gönen H, Yılmaz U. (2011). Endoskopi öncesi anksiyete düzeyinin işleme uyum ve sedasyon amaçlı kullanılan ilaç dozu üzerine etkisi. Endoskopi, 19(2):47-51.

Yıldız, H., Aslan, Ö. (2026). Clinical process and nursing management in endoscopic retrograde cholangiopancreatography. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 9(1), 112-124.

Yıldızeli Topçu S, Kızılcık Özkan Z, Yılmaz B. (2025). Kolonoskopi Yapılan Hastalarda Abdominal Masajın Ağrı ve Distansiyon Üzerine Etkisi – Randomize Kontrollü Bir Çalışma. Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(1):12-23.

Yılmaz E, Aslan A, Ergin E. (2018). Kolonoskopi Yapılacak Hastalarda Bağırsak Temizliğine Öz Etkililik Düzeylerinin Etkisi. CBU-SBED, 5(4):192-198.

Yılmaz C, Yılmaz Eker P. (2024). Cerrahi Hastalarına Uygulanan Karın Masajının Sonuçları: Geleneksel Derleme. J Health Sci Clin Res., 3(3):184-193.

Yin YN, Xie H, Jiang NJ, Dai L. (2023). Association of pre-procedural anxiety with post-colonoscopy abdominal pain and discomfort: A prospective cohort study. BMC Gastroenterology, 23(1):142-149.

Waddingham W, Kamran U, Kumar B, Trudgill NJ, Tsiamoulos ZP, Banks M (2023). Complications of colonoscopy: common and rare—recognition, assessment and management. BMJ Open Gastroenterol;10:e001193. doi:10.1136/bmjgast-2023-001193

Wang, Y.-Y., Xiang, H., Xue, F., Wang, X.-Q. (2025). Research progress on intestinal preparation before colonoscopy. World Journal of Gastrointestinal Endoscopy, 17(12), 109000. doi.org https://doi.org/10.4253/wjge.v17.i12.109000

Wu, J., Hu, B. (2012). The role of carbon dioxide insufflation in colonoscopy: a systematic review and meta-analysis. Endoscopy, 44(2), 128-136. https://doi.org/10.1055/s-0031-1291487

Zhang J, Liu C, Ruan G, Zhang H, Zhang B, Hu X, Zhong C. (2025). Auricular acupressure for minimizing adverse reactions to colonoscopic bowel preparation in hospitalized patients: A randomized controlled trial. Heliyon 11: e42187 https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42187

Zhou, Y., Huang, R.-Q., Chen, Y.-X., Dai, M., Guo, Q., Sun, M., Huang, L., Ye, F.-Y., Zhang, X.-L., Yao, B.-L., Xu, M., Jin, B. (2026). Effectiveness of nonpharmacological interventions on pain reduction among patients undergoing colonoscopy without anesthesia: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. International Journal of Surgery. Advance online publication. doi.org https://doi.org/10.1097/js9.0000000000004848

NONMETASTATİK İNVAZİV MEME KANSERİNDE PERİNÖRAL İNVAZYON LOKAL NÜKS İLE BAĞIMSIZ İLİŞKİLİ MİDİR?

IS PERINEURAL INVASION INDEPENDENTLY ASSOCIATED WITH LOCAL RECURRENCE IN NONMETASTATIC INVASIVE BREAST CANCER?

Op. Dr. Adem ÖZCAN

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Cerrahi Onkoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2432-7334

ÖZET

Amaç: Perinöral invazyonun (PNI) nonmetastatik invaziv meme kanserinde lokal nüks ile ilişkisini ve bu ilişkinin seçilmiş klinikopatolojik değişkenler için düzeltme sonrasında devam edip etmediğini değerlendirmek.

Yöntem: Ocak 2020–Temmuz 2025 döneminde meme kanseri nedeniyle opere edilen hastalar retrospektif olarak incelendi. Saf duktal karsinoma in situ ve tanı anında uzak metastazı bulunan hastalar dışlandı. Birincil sonlanım izlem sırasında gelişen lokal nüks, temel bağımsız değişken PNI varlığıydı. Gruplar Fisher kesin testi ve Mann–Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Sınırlı olay sayısı nedeniyle çok değişkenli analizde Firth düzeltmeli lojistik regresyon kullanıldı. Model neoadjuvan tedavi, lenfovasküler invazyon (LVI), derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik için düzeltildi.

Bulgular: İncelenen 206 kayıttan 4 saf duktal karsinoma in situ ve 13 tanıda metastatik hastalık olgusu dışlandı; 189 hasta analiz edildi. Medyan yaş 56 yıl, medyan takip 25 aydı. PNI 15 hastada (%7,9), lokal nüks 19 hastada (%10,1) saptandı. Lokal nüks PNI pozitif grupta %46,7 (7/15), negatif grupta %6,9 (12/174) idi ($p<0,001$). PNI pozitif grupta LVI (%100,0'a karşı %39,7), derece 3 tümör (%73,3'e karşı %30,5) ve patolojik nodal pozitiflik (%80,0'e karşı %32,8) daha sıktı. Düzeltilmiş analizde PNI ile lokal nüks arasındaki ilişki devam etti (odds oranı 7,46; %95 güven aralığı 2,01–27,69; $p=0,003$).

Sonuç: PNI, bu kohortta modele alınan değişkenlerden bağımsız olarak lokal nüks ile ilişkiliydi. PNI'nin sistematik raporlanması lokal kontrol değerlendirmesine katkı sağlayabilir. Küçük PNI pozitif grup, sınırlı olay sayısı ve geniş güven aralığı nedeniyle bulgu daha büyük ve uzun takipli kohortlarda doğrulanmalıdır. Sonuçlar, PNI'ye göre tedavi yoğunlaştırılmasının yararını göstermemektedir.

Anahtar kelimeler: Meme kanseri; perinöral invazyon; lokal nüks; prognostik belirteç; cerrahi onkoloji.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the association between perineural invasion (PNI) and local recurrence in nonmetastatic invasive breast cancer and determine whether this association persists after adjustment for selected clinicopathological variables.

Methods: Patients undergoing breast cancer surgery between January 2020 and July 2025 were retrospectively reviewed. Pure ductal carcinoma in situ and distant metastasis at diagnosis were exclusion criteria. The primary outcome was local recurrence during

follow-up, and PNI was the main independent variable. Groups were compared using Fisher's exact and Mann–Whitney U tests. Given the limited number of events, Firth-corrected logistic regression was used, adjusting for neoadjuvant treatment, lymphovascular invasion (LVI), grade 3 disease, and pathological nodal positivity.

Results: Of 206 records, 4 patients with pure ductal carcinoma in situ and 13 with metastatic disease at diagnosis were excluded, leaving 189 patients. Median age was 56 years and median follow-up was 25 months. PNI was present in 15 patients (7.9%), and local recurrence occurred in 19 (10.1%). Local recurrence was observed in 46.7% of PNI-positive patients (7/15) versus 6.9% of PNI-negative patients (12/174; p<0.001). LVI (100.0% versus 39.7%), grade 3 disease (73.3% versus 30.5%), and pathological nodal positivity (80.0% versus 32.8%) were more frequent in the PNI-positive group. PNI remained associated with local recurrence after adjustment (odds ratio 7.46; 95% confidence interval 2.01–27.69; p=0.003).

Conclusion: PNI was associated with local recurrence independently of the variables included in the model. Systematic PNI reporting may contribute to local control assessment. The small PNI-positive group, limited event count, and wide confidence interval warrant validation in larger cohorts with longer follow-up. These findings do not establish a benefit from treatment escalation based on PNI.

Keywords: Breast cancer; perineural invasion; local recurrence; prognostic marker; surgical oncology.

GİRİŞ

Meme kanseri cerrahisi sonrasında lokal kontrolün değerlendirilmesi, tümörün anatomik yayılımı kadar patolojik özelliklerinin ve uygulanan tedavilerin birlikte ele alınmasını gerektirir. Perinöral invazyon (PNI), bu değerlendirmede ek bilgi sağlayabilecek bir histopatolojik bulgudur. Bununla birlikte, PNI'nin olumsuz patolojik özelliklerle birlikte bulunması, yalnızca PNI pozitif ve negatif hastaların nüks oranlarını karşılaştırarak bağımsız prognostik katkısının belirlenmesini güçleştirir (Narayan et al., 2021).

PNI, tümör hücrelerinin sinir kılıfı bileşenlerine veya sinir fasiküllerine invazyonunu ifade eder. Tümörün sinire komşu olması ile sinir yapıları içine invazyon göstermesi aynı patolojik bulgu değildir. Meme kanserinde PNI sıklığına ve prognostik önemine ilişkin sonuçlar çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Duraker et al. (2006), PNI'nin vasküler invazyon ve aksiller lenf nodu pozitifliğiyle birlikte daha sık görülmesine karşın hastalıksız sağkalımla ilişkili olmadığını bildirmiştir. Hosoya et al. (2023) ise PNI ile uzak metastazsız ve hastalığa özgü sağkalım arasında ilişki saptamıştır.

Daha yakın tarihli bir kohortta PNI'nin aksiller lenf nodu metastazı ve artmış nodal yük ile ilişkili bulunması, bu bulgunun tümörün invaziv özellikleriyle bağlantısını desteklemektedir (Cai et al., 2026). Ancak nodal metastaz, uzak metastaz ve lokal nüks farklı sonlanımlardır. Bir sonlanımla gösterilen ilişki, diğerine doğrudan genellenemez. Bu nedenle PNI'nin cerrahi sonrasındaki lokal nüks ile ilişkisinin ayrıca değerlendirilmesi gerekir.

Bu çalışmada, nonmetastatik invaziv meme kanseri nedeniyle opere edilen hastalarda PNI ile izlem sırasında gelişen lokal nüks arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlandı. Temel araştırma sorusu, PNI ile lokal nüks arasındaki ilişkinin neoadjuvan tedavi, lenfovasküler invazyon (LVI), derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik için düzeltme sonrasında devam edip etmediğiydi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma tasarımı ve hasta grubu

Bu tek merkezli retrospektif kohort çalışmasında, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Cerrahi Onkoloji Kliniğinde Ocak 2020–Temmuz 2025 döneminde meme kanseri nedeniyle opere edilen hastalar değerlendirildi. İncelenen 206 kayıt içerisinden saf duktal karsinoma in situ tanılı 4 hasta ve tanı anında uzak metastazı bulunan 13 hasta dışlandı. Böylece nonmetastatik invaziv meme kanseri olan 189 hasta analiz grubunu oluşturdu.

Hasta grubunun temel özellikleri yaş, takip süresi, PNI varlığı ve lokal nüks durumu üzerinden özetlendi. PNI pozitif ve negatif gruplar ayrıca LVI, histolojik derece ve patolojik nodal pozitiflik açısından karşılaştırıldı. Neoadjuvan tedavi durumu çok değişkenli analizde düzeltme değişkeni olarak yer aldı.

Değişkenler ve sonlanım

Çalışmanın temel bağımsız değişkeni PNI varlığıydı. Hastalar bu değişkene göre PNI pozitif ve PNI negatif olarak iki gruba ayrıldı. LVI varlığı, derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik diğer patolojik değişkenler olarak ele alındı. Histolojik derece, regresyon modelinde derece 3 tümör varlığı üzerinden değerlendirildi.

Birincil sonlanım, izlem sırasında gelişen lokal nükstü. Lokal nüks durumu analizde var veya yok biçiminde değerlendirildi. Gruplara ait nüks yüzdeleri, izlem boyunca lokal nüks saptanan hasta sayısının ilgili gruptaki hasta sayısına bölünmesiyle ifade edildi. Bu yüzdeler belirli bir zaman noktasına ait kümülatif insidans tahminleri değildir.

İstatistiksel analiz

Kategorik değişkenler sayı ve/veya yüzde, yaş ve takip süresi medyan değerlerle sunuldu. Kategorik değişkenlerin gruplar arası karşılaştırılmasında Fisher kesin testi, sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann–Whitney U testi kullanıldı. Lokal nüksün PNI gruplarına göre dağılımı mutlak hasta sayıları ve grup içi yüzdelerle gösterildi.

Lokal nüks olaylarının sınırlı sayıda olması nedeniyle çok değişkenli değerlendirmede Firth düzeltmeli lojistik regresyon kullanıldı. Firth yaklaşımı, küçük örneklemlerde maksimum olabilirlik tahminlerinin yanlılığını azaltmayı amaçlayan cezalı bir tahmin yöntemidir; ayrışma nedeniyle ortaya çıkabilen sonsuz katsayı tahminlerine de çözüm sağlayabilir (Heinze & Schemper, 2002). Bu yaklaşımın kullanılması, sınırlı veri miktarından kaynaklanan belirsizliği tamamen ortadan kaldırmaz.

Modelde PNI ile lokal nüks arasındaki ilişki; neoadjuvan tedavi, LVI, derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik için düzeltildi. İlişkinin büyüklüğü düzeltilmiş odds oranı (OR) ve %95 güven aralığı (GA) ile ifade edildi. Lojistik model, izlem sırasında lokal nüksün görülüp görülmediğini değerlendirdi; nükse kadar geçen süreyi modellemedi. Bu nedenle elde edilen OR, risk oranı veya hazard oranı (HR) olarak yorumlanmadı.

İstatistiksel sonuçlar p değerleri ve güven aralıklarıyla birlikte değerlendirildi. Çalışmanın odağı PNI ile lokal nüks arasındaki düzeltilmiş ilişkiydi; bireysel hastalarda doğrulanmış nüks olasılığı hesaplayan bir klinik tahmin aracı sunulmadı.

BULGULAR

Hasta grubu ve takip

Başlangıçta değerlendirilen 206 kaydın 17'si dışlandı ve 189 hasta analize alındı. Medyan yaş 56 yıl, medyan takip süresi 25 aydı. PNI 15 hastada (%7,9) mevcuttu; 174 hasta PNI

negatif grubu oluşturdu. İzlem sırasında toplam 19 hastada (%10,1) lokal nüks saptandı. Hasta akışı ve kohortun temel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hasta akışı ve kohortun temel özellikleri

Özellik	Değer
İncelenen kayıt	206
Saf duktal karsinoma in situ nedeniyle dışlanan	4
Tanıda uzak metastaz nedeniyle dışlanan	13
Analiz edilen hasta	189
Medyan yaş, yıl	56
Medyan takip, ay	25
PNI pozitifliği, n (%)	15 (%7,9)
Lokal nüks, n (%)	19 (%10,1)

PNI: perinöral invazyon. Yüzdelerin paydası analiz edilen 189 hastadır.

Perinöral invazyon ve lokal nüks

Lokal nüks, PNI pozitif gruptaki 15 hastanın 7'sinde (%46,7), PNI negatif gruptaki 174 hastanın 12'sinde (%6,9) görüldü. Gruplar arasındaki fark Fisher kesin testinde istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001). PNI pozitif grupta 8, PNI negatif grupta 162 hastada izlem sırasında lokal nüks saptanmadı. PNI pozitif hastaların sayıca küçük bir grup oluşturmasına karşın lokal nüksün bu grupta daha sık gözlenmesi çalışmanın temel karşılaştırmalı bulgusuydu.

Perinöral invazyon gruplarının patolojik özellikleri

PNI pozitif hastalarda diğer olumsuz patolojik özellikler de daha sıktı. LVI, PNI pozitif grubun tamamında bulunurken PNI negatif grupta %39,7 oranındaydı. Derece 3 tümör oranları sırasıyla %73,3 ve %30,5; patolojik nodal pozitiflik oranları %80,0 ve %32,8 idi. Bu dağılım, PNI ile lokal nüks arasındaki karşılaştırmanın patolojik özellikler açısından farklı iki grup arasında yapıldığını göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Perinöral invazyon durumuna göre lokal nüks ve patolojik özellikler

Özellik	PNI negatif (n=174)	PNI pozitif (n=15)
Lokal nüks, n (%)	12 (%6,9)	7 (%46,7)
Lenfovasküler invazyon, %	39,7	100,0
Derece 3 tümör, %	30,5	73,3
Patolojik nodal pozitiflik, %	32,8	80,0

PNI: perinöral invazyon. Lokal nüks karşılaştırması için Fisher kesin testi p<0,001. Patolojik özellikler grup içi yüzdelerle verilmiştir; bu satırlarda p değerleri sunulmamıştır.

Çok değişkenli analiz

Neoadjuvan tedavi, LVI, derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik için düzeltme yapılan Firth lojistik regresyon analizinde PNI ile lokal nüks arasındaki ilişki devam etti. PNI pozitifliği için düzeltilmiş OR 7,46 (%95 GA 2,01–27,69; p=0,003) bulundu. Güven aralığı 1'in üzerinde olmakla birlikte genişti. Bu sonuç, modele alınan değişkenler hesaba katıldığında PNI pozitif grupta lokal nüks odds'unun daha yüksek olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada PNI, nonmetastatik invaziv meme kanseri nedeniyle opere edilen hastaların küçük bir bölümünde saptanmasına rağmen lokal nüks ile ilişkili bulundu. PNI pozitif hastalarda gözlenen daha yüksek lokal nüks oranı, seçilmiş klinikopatolojik değişkenler için yapılan düzeltme sonrasında da ilişki düzeyinde devam etti. Bununla birlikte, PNI pozitif hastaların tamamında LVI bulunması ve yalnızca 19 lokal nüks olayının gözlenmesi, bağımsızlık kavramının model kapsamı içinde yorumlanmasını gerektirir. Sonuç, PNI'nin diğer tüm prognostik etkenlerden veya tedavi farklılıklarından bağımsız olduğunu göstermez.

Bulguların literatürdeki yeri

Narayan et al. (2021), 8.864 hastalık kohortta PNI'yi 1.384 hastada (%15,6) bildirmiştir. Medyan 6,3 yıllık takipte yedi yıllık lokorejyonel nüks insidansı PNI pozitif hastalarda %7,1, diğer grupta %4,7 bulunmuş; çok değişkenli Fine–Gray analizinde düzeltilmiş HR 1,57 (%95 GA 1,20–2,07) olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma ile bizim bulgumuz ilişkinin yönü açısından uyumludur. Ancak o araştırmada lokal ve bölgesel nükslerin birlikte değerlendirilmesi, takip süresinin daha uzun olması ve zamana bağlı analiz kullanılması doğrudan sayısal karşılaştırmayı sınırlar. Çalışmamızdaki %46,7 ve %6,9 değerleri, söz konusu yedi yıllık kümülatif insidanslarla aynı ölçüm değildir.

Hosoya et al. (2023), özel tip içermeyen invaziv meme karsinomu bulunan 191 hastanın 27'sinde (%14,1) PNI saptamış; PNI ile daha büyük tümör boyutu, lenf nodu metastazı ve lenfatik invazyon arasında ilişki bildirmiştir. PNI'nin uzak metastazsız ve hastalığa özgü sağkalımla ilişkili bulunması, olumsuz klinik seyirle bağlantısına ilişkin ek kanıt sunmaktadır. Bununla birlikte, bu sonlanımlar lokal nüksü doğrudan temsil etmediğinden çalışma bulgularımızı aynı sonlanım açısından doğrulayan bir veri olarak değerlendirilmemelidir.

Literatür bütünüyle aynı yönde değildir. Duraker et al. (2006), 377 hastanın 97'sinde (%25,7) PNI saptamış ve PNI pozitifliği ile vasküler invazyon ve aksiller nodal pozitiflik arasında ilişki göstermiştir; ancak hastalıksız sağkalım bakımından gruplar arasında fark bulmamıştır. Bu karşıt sonuç, PNI'nin patolojik olarak daha ileri hastalıkla birlikte görülmesinin her kohortta bağımsız bir sağkalım ilişkisine dönüşmeyebileceğini göstermektedir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde hasta seçimi, sonlanım tanımı ve patolojik değerlendirme yaklaşımı dikkate alınmalıdır.

Cai et al. (2026) tarafından bildirilen 4.156 hastalık kohortta PNI pozitifliği %29,4 oranında görülmüş; PNI ile aksiller lenf nodu metastazı ve artmış nodal yük arasındaki ilişki çok değişkenli ve eşleştirmeye dayalı analizlerde sürmüştür. Bu bulgu, serimizde PNI pozitif grupta patolojik nodal pozitifliğin daha sık görülmesiyle uyumludur. Bununla birlikte, nodal yayılımla ilişki gösterilmesi, PNI'ye göre lokal tedavinin değiştirilmesinin

yararlı olduğunu tek başına kanıtlamaz. Bizim çalışmamızda da tedavi stratejileri arasında karşılaştırmalı bir yarar analizi yapılmamıştır.

Lenfovasküler invazyon ile birliktelik ve bağımsız ilişki

Serimizde PNI pozitif 15 hastanın tamamında LVI bulunması, bulguların yorumlanmasında özel önem taşımaktadır. Bu dağılım, PNI'nin LVI'den bağımsız biyolojik bir süreç olup olmadığının mevcut veriyle belirlenemeyeceğini gösterir. Çok değişkenli modele LVI'nin eklenmesi, bu özelliğin istatistiksel olarak hesaba katılmasını sağlar; ancak PNI pozitif ve LVI negatif hastaların bulunmadığı bir kohortta tüm olası patolojik kombinasyonlar gözlenmiş değildir. Dolayısıyla PNI ile LVI'nin ayrı katkıları hakkındaki çıkarım, mevcut hasta dağılımıyla sınırlıdır.

LVI pozitif hastalar içinde PNI durumunun karşılaştırılması, daha büyük bir seride ilişkinin açıklığa kavuşturulmasına yardımcı olabilir. Böyle bir analiz için yeterli olay sayısı gerekir. Aynı şekilde PNI'nin tümör boyutu, cerrahi sınır durumu, moleküler alt tip ve uygulanan adjuvan tedaviler hesaba katıldıktan sonra ek prognostik bilgi sağlayıp sağlamadığı ayrı bir araştırma sorusudur. Bu çalışmada elde edilen düzeltilmiş ilişki, bu ek katkının veya klinik tahmin performansındaki artışın gösterildiği anlamına gelmez.

Etki tahmininin ve klinik anlamın değerlendirilmesi

Düzeltilmiş OR'nin 7,46 olması dikkat çekicidir; ancak tahminin %95 güven aralığının 2,01'den 27,69'a uzanması ilişkinin büyüklüğünün kesin olarak belirlenemediğini göstermektedir. Küçük bir PNI pozitif grupta az sayıda ek olay veya olaysız hasta, tahmini belirgin biçimde değiştirebilir. Firth düzeltmesi küçük örneklem yanlılığını azaltmaya yardımcı olsa da yeni bilgi üretmez ve yetersiz olay sayısının etkisini tümüyle gidermez (Heinze & Schemper, 2002). Bu nedenle p değerinin anlamlı olması, tahminin hassas veya klinik kullanım için doğrulanmış olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır.

OR'nin ölçtüğü ilişki de açık tutulmalıdır. Çalışmada kullanılan lojistik model lokal nüksün izlem boyunca görülüp görülmediğini değerlendirmiştir. OR, nüks olasılığının doğrudan kat değişimi değildir; özellikle olayın PNI pozitif grupta sık görülmesi nedeniyle risk oranıyla eşdeğer kabul edilemez. Bu nedenle sonuç, "PNI nüks riskini 7,46 kat artırdı" biçiminde ifade edilmemelidir. Ayrıca gözlemsel tasarım, PNI'nin lokal nükse neden olduğunu veya PNI'ye yönelik bir müdahalenin sonucu değiştireceğini göstermez.

Klinik açıdan bulgular, patoloji raporunda belirtilen PNI'nin lokal kontrol değerlendirmesinde diğer tümör ve tedavi özellikleriyle birlikte ele alınmasını desteklemektedir. Sistematik raporlama, farklı kohortların karşılaştırılmasını ve gelecekte PNI'nin ek değerinin araştırılmasını kolaylaştırabilir. Bununla birlikte bu çalışma, yalnızca PNI varlığına dayanarak radyoterapi alanı veya dozunun artırılması, sistemik tedavinin yoğunlaştırılması ya da takip aralıklarının değiştirilmesi için kanıt sunmamaktadır. Böyle bir kullanım için tedavi etkileşimlerinin ve hasta sonuçlarına katkının doğrudan incelenmesi gerekir.

Çalışmanın sınırlılıkları

Tek merkezli retrospektif tasarım seçim yanlılığına ve kayıtlara dayalı sınıflandırma hatalarına açıktır. PNI pozitif hasta sayısı 15, toplam lokal nüks sayısı 19 olduğundan özellikle çok değişkenli tahminin kararlılığı sınırlıdır. PNI pozitif gruptaki LVI birlikteliği, değişkenlerin ayrı etkilerine ilişkin yorumu güçleştirmektedir. Ayrıca düzeltme modeli neoadjuvan tedavi, LVI, derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflikle sınırlıdır. Yaş, tümör boyutu, cerrahi yaklaşım ve sınır durumu, moleküler alt tip, radyoterapi ve diğer adjuvan tedavilerden kaynaklanabilecek artık karıştırıcılık dışlanamaz.

Medyan 25 aylık takip, uzun dönem lokal nüks yükünü değerlendirmek açısından sınırlıdır. Lojistik analiz, hastaların farklı takip sürelerini ve olay zamanlarını doğrudan hesaba katmaz; ölüm gibi yarışan olaylar için de zamana bağlı bir değerlendirme sunmaz. Bu nedenle gözlenen grup yüzdeleri uzun dönem mutlak risk tahmini olarak kullanılamaz. PNI'nin lokal nüksle ilişkisinin daha uzun takipli kohortlarda, açık sonlanım tanımları ve uygun zamana bağlı analizlerle değerlendirilmesi gerekir. Klinik kullanım için ayrıca farklı merkezlerde doğrulama ve mevcut değerlendirmeye ek katkının gösterilmesi önemlidir.

SONUÇ

Nonmetastatik invaziv meme kanseri nedeniyle opere edilen 189 hastalık bu kohortta PNI pozitifliği, izlem sırasında daha yüksek lokal nüks oranıyla ilişkiliydi. Neoadjuvan tedavi, LVI, derece 3 tümör ve patolojik nodal pozitiflik için düzeltme sonrasında ilişki devam etti. Bununla birlikte, küçük PNI pozitif grup, sınırlı olay sayısı, LVI ile belirgin birliktelik ve geniş güven aralığı nedeniyle etki büyüklüğü ihtiyatla yorumlanmalıdır. PNI'nin rutin patoloji raporlarında sistematik olarak belirtilmesi lokal kontrol değerlendirmesine katkı sağlayabilir. Bulguların tedavi kararlarında kullanılabilmesi için daha büyük, çok merkezli ve uzun takipli kohortlarda doğrulanması gerekir.

KAYNAKÇA

Cai, W., Wang, Y., Qiu, Y., He, P., Cai, Q., Liu, S., Zhan, J., Chen, M., Chen, L., Xu, C., Lin, S., Fu, F., & Wang, C. (2026). Perineural invasion and risk of lymph node metastasis in early-stage operable breast cancer: A large-scale propensity-matched cohort study and meta-analysis. *Therapeutic Advances in Medical Oncology, 18*, 17588359261424685. https://doi.org/10.1177/17588359261424685

Duraker, N., Çaynak, Z. C., & Türköz, K. (2006). Perineural invasion has no prognostic value in patients with invasive breast carcinoma. *The Breast, 15*(5), 629–634. https://doi.org/10.1016/j.breast.2005.12.003

Heinze, G., & Schemper, M. (2002). A solution to the problem of separation in logistic regression. *Statistics in Medicine, 21*(16), 2409–2419. https://doi.org/10.1002/sim.1047

Hosoya, K., Wakahara, M., Ikeda, K., & Umekita, Y. (2023). Perineural invasion predicts unfavorable prognosis in patients with invasive breast cancer. *Cancer Diagnosis & Prognosis, 3*(2), 208–214. https://doi.org/10.21873/cdp.10203

Narayan, P., Flynn, J., Zhang, Z., Gillespie, E. F., Mueller, B., Xu, A. J., Cuaron, J., McCormick, B., Khan, A. J., Cahlon, O., Powell, S. N., Wen, H., & Braunstein, L. Z. (2021). Perineural invasion as a risk factor for locoregional recurrence of invasive breast cancer. *Scientific Reports, 11*, 12781. https://doi.org/10.1038/s41598-021-92343-4

PERFORE PEPTİK ÜLSER HASTALARINDA PREOPERATİF SERUM LAKTAT DÜZEYİNİN POSTOPERATİF SONUÇLARLA İLİŞKİSİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN PREOPERATIVE SERUM LACTATE LEVEL AND POSTOPERATIVE OUTCOMES IN PATIENTS WITH PERFORATED PEPTIC ULCER

Uzm. Dr. Yunushan Furkan AYDOĞDU

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Genel Cerrahi ABD, Ankara, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2418-2393

ÖZET

Giriş: Perfore peptik ülser, sepsise ilerleyebilen acil bir cerrahi tablodur. Serum laktatı doku hipoperfüzyonunu yansıtır; sepsis ve travmadaki prognostik değeri bilinmekle birlikte bu hasta grubunda veri azdır.

Amaç: Perfore peptik ülser nedeniyle opere edilen hastalarda başvuru anındaki laktat düzeyinin postoperatif sonuçlarla ilişkisini araştırmayı amaçladık.

Yöntem: Haziran 2024 – Haziran 2026 tarihleri arasında hastanemizde perfore peptik ülser nedeniyle ameliyat edilen 32 hastanın dosyası geriye dönük olarak tarandı. Laktat düzeyi başvuruda alınan kan gazından kaydedildi. Eşik değer, normal aralığın üst sınırı ve Sepsis-3 uzlaşı raporundaki doku hipoperfüzyonu sınırı esas alınarak 2 mmol/L seçildi. Yaş, cinsiyet, American Society of Anesthesiologists (ASA) sınıfı, hastanede kalış süresi, komplikasyon, intraabdominal apse, yoğun bakım yatışı, reoperasyon ve 30 günlük mortalite karşılaştırıldı.

Bulgular: Hastaların 18'inde laktat <2 mmol/L, 14'ünde ≥2 mmol/L idi. Ortalama yaş sırasıyla 48,2±14,1 ve 59,1±17,3 yıl (p=0,06), ASA ≥III oranı %11,1 ve %35,7 idi (p=0,10). Hastanede kalış süresi laktatı yüksek grupta daha uzundu (4,8±1,4 ve 6,2±2,1 gün; p=0,03). Komplikasyon 3 (%16,7) ve 6 (%42,9) hastada gelişti (p=0,10). İntraabdominal apse (p=0,29) ve yoğun bakım yatışı (p=0,56) oranlarında fark yoktu. Reoperasyon ve mortalite görülmedi.

Sonuç: Laktatı 2 mmol/L ve üzerinde olan hastalarda yalnızca hastanede kalış süresi anlamlı olarak uzundu. Komplikasyon oranları bu grupta yüksek olsa da hasta sayısı farkların anlamlı çıkması için yeterli değildi. Bu hastaların aynı zamanda daha yaşlı ve ASA sınıfının yüksek olması, ilişkinin yaş ve komorbiditeden ayrılmasını güçleştirmektedir. Geriye dönük tasarım, tek merkez ve sınırlı hasta sayısı başlıca kısıtlılıklarımızdır. Preoperatif laktat ilk değerlendirmede yardımcı olabilir; prognostik değeri ileriye dönük çalışmalarla netleşmelidir.

Anahtar Kelimeler: Perfore peptik ülser; laktat; postoperatif komplikasyon; acil cerrahi.

Tablo 1. Grupların demografik özellikleri ve postoperatif sonuçlarının karşılaştırılması.

Değişken	**Laktat < 2 mmol/L (n=18)**	**Laktat ≥ 2 mmol/L (n=14)**	**p**
Yaş (yıl)	48,2 ± 14,1	59,1 ± 17,3	0,06
Erkek cinsiyet, n (%)	14 (%77,8)	10 (%71,4)	0,70
ASA ≥ III, n (%)	2 (%11,1)	5 (%35,7)	0,10
Hastanede kalış süresi (gün)	4,8 ± 1,4	6,2 ± 2,1	**0,03**
Postoperatif komplikasyon, n (%)	3 (%16,7)	6 (%42,9)	0,10
İntraabdominal apse, n (%)	1 (%5,6)	3 (%21,4)	0,29
Yoğun bakım yatışı, n (%)	1 (%5,6)	2 (%14,3)	0,56
Reoperasyon, n (%)	0	0	–
30 günlük mortalite, n (%)	0	0	–

ASA: American Society of Anesthesiologists. Sürekli değişkenler ortalama ± standart sapma, kategorik değişkenler n (%) olarak verilmiştir. Koyu yazılan p değeri istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

ABSTRACT

Introduction: Perforated peptic ulcer is a surgical emergency that may progress to sepsis. Serum lactate reflects tissue hypoperfusion and is an established prognostic marker in sepsis and trauma, but data in this group are scarce.

Aim: We investigated the relationship between lactate measured on admission and postoperative outcomes in patients operated on for perforated peptic ulcer.

Methods: The records of 32 patients operated on for perforated peptic ulcer at our hospital between June 2024 and June 2026 were reviewed retrospectively. Lactate was recorded from the blood gas obtained on admission. A cut-off of 2 mmol/L was chosen, based on the upper limit of the normal range and the threshold for tissue hypoperfusion given in the Sepsis-3 consensus. Age, sex, American Society of Anesthesiologists (ASA) class, hospital stay, complications, intra-abdominal abscess, intensive care admission, reoperation and 30-day mortality were compared.

Results: Lactate was <2 mmol/L in 18 and ≥2 mmol/L in 14 patients. Mean age was 48.2±14.1 and 59.1±17.3 years (p=0.06); ASA ≥III was present in 11.1% and 35.7% (p=0.10). Hospital stay was longer with elevated lactate (4.8±1.4 vs. 6.2±2.1 days; p=0.03). Complications developed in 3 (16.7%) and 6 (42.9%) patients (p=0.10). Intra-abdominal abscess (p=0.29) and intensive care admission (p=0.56) did not differ. No reoperation or mortality occurred.

Conclusion: Only hospital stay was significantly longer with lactate ≥2 mmol/L. Complication rates were higher, but patient numbers were insufficient for significance. These patients were also older with a higher ASA class, so the association cannot be separated from age and comorbidity. The retrospective design, single-centre data and small

sample are the main limitations. Preoperative lactate may aid initial assessment; prospective confirmation is needed.

Keywords: Perforated peptic ulcer; lactate; postoperative complication; emergency surgery.

Table 1. Comparison of demographic characteristics and postoperative outcomes between the groups.

Variable	Lactate < 2 mmol/L (n=18)	Lactate ≥ 2 mmol/L (n=14)	p
Age (years)	48.2 ± 14.1	59.1 ± 17.3	0.06
Male sex, n (%)	14 (77.8)	10 (71.4)	0.70
ASA ≥ III, n (%)	2 (11.1)	5 (35.7)	0.10
Length of hospital stay (days)	4.8 ± 1.4	6.2 ± 2.1	**0.03**
Postoperative complication, n (%)	3 (16.7)	6 (42.9)	0.10
Intra-abdominal abscess, n (%)	1 (5.6)	3 (21.4)	0.29
Intensive care admission, n (%)	1 (5.6)	2 (14.3)	0.56
Reoperation, n (%)	0	0	–
30-day mortality, n (%)	0	0	–

ASA: American Society of Anesthesiologists. Continuous variables are given as mean ± standard deviation and categorical variables as n (%). The p value in bold is statistically significant (p<0.05).

ROBOTİK SAĞ HEMİKOLEKTOMİ KOMPLİKASYON RİSKİNİ ARTIRMAMAKTADIR: EŞLEŞTİRİLMİŞ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

ROBOTIC RIGHT HEMICOLECTOMY DOES NOT INCREASE THE RISK OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS: A MATCHED COMPARATIVE ANALYSIS

Öğr. Gör. Dr. Fatih TÜRKOĞLU

Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0001-5128-4419

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0001-5409-440X

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada robotik sağ hemikolektominin laparoskopik yaklaşıma kıyasla perioperatif ve erken dönem cerrahi sonuçları değerlendirilmiş; cerrahi yaklaşımın postoperatif komplikasyon gelişimi açısından bağımsız bir risk faktörü olup olmadığı araştırılmıştır.

Yöntem: Aralık 2024–Aralık 2025 tarihleri arasında elektif koşullarda sağ hemikolektomi uygulanan 56 hasta geriye dönük olarak incelendi (robotik n=16, laparoskopik n=40). Seçim yanlılığı ve olası karıştırıcı değişkenlerin etkisini azaltmak amacıyla yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, ASA skoru ve tümör evresi değişkenleri kullanılarak 1:2 oranında eğilim skoru eşleştirmesi yapıldı. Eşleştirme sonrası robotik (n=16) ve laparoskopik (n=32) gruplar karşılaştırıldı. Sürekli değişkenler için Student t testi, kategorik değişkenler için Ki-kare testi kullanıldı. Postoperatif komplikasyon gelişimini belirleyen bağımsız faktörleri saptamak amacıyla çok değişkenli lojistik regresyon analizi uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: Eşleştirme sonrası gruplar demografik ve klinik özellikler bakımından benzerdi (tüm $p>0,05$). Operasyon süresi robotik grupta anlamlı olarak daha uzundu (210,6±26,7 dakika vs 178,2±26,9 dakika; $p<0,001$). Tahmini kan kaybı, açık cerrahiye geçiş oranı, toplam komplikasyon oranı ve majör komplikasyon (Clavien–Dindo ≥3) oranları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$). Onkolojik yeterliliğin göstergeleri olan çıkarılan lenf nodu sayısı ve R0 rezeksiyon oranları iki grup arasında benzer bulundu. Çok değişkenli lojistik regresyon analizinde yaş (OR: 1,04; 95% CI: 1,00–1,09; $p=0,048$) ve ASA skoru (OR: 1,89; 95% CI: 1,01–3,54; $p=0,044$) postoperatif komplikasyon gelişimi için bağımsız belirleyiciler olarak saptandı. Cerrahi yaklaşımın komplikasyon riski ile bağımsız bir ilişkisi gösterilemedi (OR: 1,32; 95% CI: 0,41–4,21; $p=0,64$).

Sonuç: Temel hasta ve tümör özellikleri dengelendiğinde robotik sağ hemikolektomi, laparoskopik yaklaşıma kıyasla postoperatif komplikasyon riskini artırmamaktadır. Daha uzun operasyon süresine rağmen morbidite oranlarında artış izlenmemesi, robotik yaklaşımın sağ kolon cerrahisinde güvenli ve uygulanabilir bir minimal invaziv cerrahi

seçenek olduğunu göstermektedir. Bulgularımız, uygun hasta seçimi ve deneyimli ekip koşullarında robotik cerrahinin etkin bir alternatif yöntem olarak değerlendirilebileceğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Robotik cerrahi, eğilim skoru eşleştirme, sağ hemikolektomi

ABSTRACT

Background: This study aimed to evaluate the perioperative and early postoperative outcomes of robotic right hemicolectomy compared with the laparoscopic approach and to determine whether surgical technique constitutes an independent risk factor for the development of postoperative complications.

Methods: A total of 56 patients who underwent elective right hemicolectomy between December 2024 and December 2025 were retrospectively analyzed (robotic n=16, laparoscopic n=40). To minimize selection bias and the effects of potential confounding variables, 1:2 propensity score matching was performed based on age, sex, body mass index, ASA score, and tumor stage. After matching, robotic (n=16) and laparoscopic (n=32) groups were compared. Continuous variables were analyzed using Student's t-test, and categorical variables were compared using the chi-square test. Multivariable logistic regression analysis was conducted to identify independent predictors of postoperative complications. Statistical significance was set at $p<0.05$.

Results: After matching, the groups were comparable in terms of demographic and clinical characteristics (all $p>0.05$). Operative time was significantly longer in the robotic group (210.6±26.7 minutes vs 178.2±26.9 minutes; $p<0.001$). No statistically significant differences were observed between groups regarding estimated blood loss, conversion to open surgery, overall complication rate, or major complications (Clavien–Dindo ≥3) (all $p>0.05$). Oncological adequacy indicators, including lymph node yield and R0 resection rates, were similar between the two groups. In multivariable logistic regression analysis, age (OR: 1.04; 95% CI: 1.00–1.09; p=0.048) and ASA score (OR: 1.89; 95% CI: 1.01–3.54; p=0.044) were identified as independent predictors of postoperative complications. Surgical approach was not independently associated with complication risk (OR: 1.32; 95% CI: 0.41–4.21; p=0.64).

Conclusion: After adjustment for baseline patient and tumor characteristics, robotic right hemicolectomy does not increase the risk of postoperative complications compared with the laparoscopic approach. Despite longer operative times, no increase in morbidity was observed, supporting the safety and clinical feasibility of the robotic approach in right-sided colon surgery. These findings suggest that, with appropriate patient selection and experienced surgical teams, robotic surgery represents an effective alternative technique.

Keywords: Robotic surgery, propensity score matching, right hemicolectomy

MENSTRÜEL SİKLUS FAZININ GENEL ANESTEZİ SONRASI DERLENME VE KOGNİTİF FONKSİYONLAR ÜZERİNE ETKİSİ: PROSPEKTİF GÖZLEMSEL KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMA

EFFECT OF MENSTRUAL CYCLE PHASE ON RECOVERY AND COGNİTİVE FUNCTİON AFTER GENERAL ANESTHESİA: A PROSPECTİVE OBSERVATİONAL COMPARATİVE STUDY

Nureddin YÜZKAT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Van
ORCID: 0000-0002-8218-1217

ÖZET

Giriş: Menstrüel siklus boyunca östrojen ve progesteron düzeylerinde meydana gelen fizyolojik değişiklikler santral sinir sistemi, otonom yanıtlar ve kognitif süreçleri etkileyebilir. Bu hormonal değişikliklerin anestezi sonrası derlenme üzerindeki etkileri ise yeterince açıklığa kavuşturulmamıştır. Bu çalışmada, menstrüel siklusun farklı dönemlerinde bulunan kadınlarda genel anestezi sonrası erken derlenme, kognitif fonksiyonlar ve postoperatif komplikasyonların karşılaştırılması amaçlandı.

Yöntem: Prospektif gözlemsel karşılaştırmalı çalışmaya, elektif cerrahi nedeniyle genel anestezi uygulanan, 18–45 yaş arasında, Amerikan Anesteziyologlar Derneği fiziksel durum sınıflaması I–II olan ve düzenli menstrüel siklusa sahip 110 kadın hasta dahil edildi. Hastalar son menstruasyonun ilk günü esas alınarak siklus gününe göre iki gruba ayrıldı. Siklusun 8–12. günlerinde bulunan hastalar Grup FD (n=55), 20–24. günlerinde bulunan hastalar ise Grup LD (n=55) olarak sınıflandırıldı. Tüm hastalara standart genel anestezi protokolü uygulandı. Erken postoperatif derlenme, derlenme süresi ve 10. dakika Modifiye Aldrete Skoru (MAS); kognitif fonksiyonlar ise Mini Mental Durum Muayenesi (MMSE) ile değerlendirildi. Postoperatif komplikasyonlar kaydedildi.

Bulgular: Onuncu dakika MAS değerleri Grup FD ve Grup LD'de sırasıyla 9,29±0,57 ve 9,44±0,50 olup gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,157). MMSE skorları sırasıyla 26,38±1,72 ve 25,87±1,49 idi ve fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,100). Derlenme süreleri iki grupta benzer bulundu. Postoperatif komplikasyonların görülme sıklığı açısından da gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı.

Sonuç: Menstrüel siklusun 8–12. ve 20–24. günlerinde genel anestezi uygulanan kadınlar arasında erken postoperatif derlenme, kognitif performans ve komplikasyonlar açısından anlamlı farklılık saptanmadı. Bulgular, incelenen menstrüel siklus dönemlerinin erken postoperatif iyileşme üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Menstrüel siklus, genel anestezi, postoperatif derlenme, kognitif fonksiyon, Mini Mental Durum Muayenesi

ABSTRACT

Introduction: Physiological fluctuations in estrogen and progesterone levels throughout the menstrual cycle may influence central nervous system activity, autonomic responses,

and cognitive processes. However, the potential effects of these hormonal changes on recovery after general anesthesia remain insufficiently characterized.

Objective: This study aimed to compare early postoperative recovery, cognitive function, and postoperative complications in women undergoing general anesthesia during different periods of the menstrual cycle**.**

Methods: This prospective observational comparative study included 110 women aged 18–45 years with regular menstrual cycles, classified as American Society of Anesthesiologists physical status I–II, who underwent elective surgery under general anesthesia. Patients were classified according to menstrual cycle day, calculated from the first day of the last menstrual period. Women undergoing surgery on cycle days 8–12 constituted Group FD (n=55), whereas those undergoing surgery on days 20–24 constituted Group LD (n=55). A standardized general anesthesia protocol was applied. Early postoperative recovery was assessed using recovery time and the Modified Aldrete Score (MAS) at the 10th postoperative minute, while cognitive function was evaluated using the Mini-Mental State Examination (MMSE). Postoperative complications were recorded.

Results: The 10th-minute MAS values were 9.29±0.57 in Group FD and 9.44±0.50 in Group LD, with no significant difference between groups (p=0.157). MMSE scores were 26.38±1.72 and 25.87±1.49, respectively, and the difference was not statistically significant (p=0.100). Recovery times were comparable between groups. No significant difference was observed in the incidence of postoperative complications.

Conclusion: Early postoperative recovery, cognitive performance, and postoperative complications did not differ significantly between women undergoing general anesthesia on menstrual cycle days 8–12 and 20–24. These findings suggest that the menstrual cycle periods evaluated were not associated with clinically apparent differences in early postoperative recovery.

Keywords: Menstrual cycle, general anesthesia, postoperative recovery, cognitive function, Mini-Mental State Examination

ULTRASOUND-GUIDED SERRATUS POSTERIOR SUPERIOR INTERCOSTAL PLANE BLOCK FOR PORT CATHETER IMPLANTATION: A CASE REPORT

Hülya TOSUN SÖNER

Department of Anesthesiology and Reanimation, Gazi Yaşargil Training and Research Hospital,

University of Health Sciences, Diyarbakır, Türkiye

ORCID NO: 0000-0003-1524-8685

ABSTRACT

Implantable venous port systems are widely used in oncology patients requiring long-term chemotherapy. Although port catheter implantation is generally performed under local anesthesia, significant pain and discomfort may occur, particularly during creation of the subcutaneous port pocket. The serratus posterior superior intercostal plane (SPSIP) block is a novel ultrasound-guided fascial plane block that may provide effective thoracic wall analgesia. In this case, we aimed to present the analgesic effectiveness of the SPSIP block during port catheter implantation.

A 69-year-old male patient weighing 73 kg, diagnosed with colon cancer, was scheduled for elective implantation of a totally implantable venous access port for chemotherapy. Following standard monitoring, 1 mg intravenous midazolam was administered for anxiolysis. Before surgery, an ultrasound-guided SPSIP block was performed using a total volume of 30 mL solution consisting of 20 mL 0.5% bupivacaine, 5 mL 2% lidocaine, and 5 mL saline. The solution was injected into the fascial plane beneath the serratus posterior superior muscle without complications. During the procedure, including subcutaneous port-pocket creation, the patient reported Numeric Rating Scale pain scores of 2–3, and no additional local anesthetic infiltration was required. Postoperative pain remained minimal, and no intravenous tramadol was required during the first 24 hours.

This case suggests that the SPSIP block may provide effective analgesic support during port catheter implantation, particularly during subcutaneous pocket dissection. This technique may reduce the requirement for additional local anesthetic infiltration and rescue analgesia while improving patient comfort. Further prospective studies are needed to determine its efficacy and clinical role in port catheter implantation and other minor thoracic interventional procedures.

Keywords: Serratus posterior superior intercostal plane block, SPSIP block, port catheter, regional anesthesia, analgesia

THE ROLE OF RADIOTHERAPY DURING CDK4/6 INHIBITOR TREATMENT: PFS AND OS ANALYSIS IN A RETROSPECTIVE PATIENT COHORT WITH METASTATIC HR+/HER2− BREAST CANCER

Hamit Başaran,MD

ORCID: 0000-0002-2122-8720

Department of Radiation Oncology, Selçuk University Faculty of Medicine

Merve Serarslan, MD

ORCID: 0009-0002-9648-2261

Department of Radiation Oncology, Selçuk University Faculty of Medicine

Hasan Tahsin Çevik,MD

ORCID: 0009-0001-1655-0651

Department of Radiation Oncology, Selçuk University Faculty of Medicine

ABSTRACT

Background: Cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors (CDK4/6i) combined with endocrine therapy are an established treatment option for patients with hormone receptor-positive/human epidermal growth factor receptor 2-negative (HR+/HER2−) metastatic breast cancer. Radiotherapy (RT) is frequently used for symptom palliation and local control of metastatic lesions. However, the optimal timing of RT in relation to CDK4/6 inhibitor treatment and its potential impact on clinical outcomes remain unclear.

Objective: This study aimed to characterize RT use in patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer receiving CDK4/6 inhibitors and to evaluate progression-free survival (PFS) and overall survival (OS) in a real-world patient cohort.

Materials and Methods: We retrospectively evaluated 122 unique patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer who were followed and treated at a single radiation oncology center between 2020 and 2026. Patients were categorized according to RT administration and its temporal relationship with CDK4/6 inhibitor treatment. Clinical and metastatic characteristics were recorded. PFS and OS were evaluated in the overall cohort using the Kaplan–Meier method.

Results: The median age was 65.0 years in patients who did not receive RT, 61.0 years in those who received concurrent RT and CDK4/6 inhibitors, and 59.5 years in the non-concurrent RT group. Bone was the most common metastatic site, occurring in 94 patients (77.0%), followed by lymph nodes in 79 (64.8%), lung in 37 (30.3%), liver in 21 (17.2%), and brain in 3 patients (2.5%). The median follow-up duration was 20.8 months. In the overall cohort, the median PFS was 25.0 months and the median OS was 41.4 months. No statistically significant differences in survival outcomes were demonstrated in the subgroup comparisons according to RT administration and its temporal relationship with CDK4/6 inhibitor treatment.

Conclusion: In this single-center real-world cohort of patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer receiving CDK4/6 inhibitors, median PFS and OS were 25.0 and 41.4 months, respectively. No statistically significant survival differences were observed according to the timing of RT relative to CDK4/6 inhibitor treatment. These findings should be interpreted cautiously given the retrospective design, limited sample size, potential selection bias, and ongoing follow-up. Prospective studies are needed to clarify the optimal integration and timing of RT with CDK4/6 inhibitor therapy.

Keywords:CDK4/6 inhibitors; radiotherapy; metastatic breast cancer; HR+/HER2−; progression-free survival; overall survival; oligometastatic disease

INTRODUCTION

Cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors (CDK4/6i) have established an important role in the treatment of hormone receptor-positive/human epidermal growth factor receptor 2-negative (HR+/HER2−) advanced and metastatic breast cancer. The combination of palbociclib, ribociclib, and abemaciclib with endocrine therapy has provided significant improvements in clinical outcomes, particularly progression-free survival, and has made CDK4/6 inhibition one of the key components of standard systemic treatment for HR+/HER2− metastatic breast cancer (Spring et al., 2020; Wander et al., 2020). Nevertheless, treatment resistance and disease progression continue to develop over time in a proportion of patients (Spring et al., 2020; Wander et al., 2020).

Radiotherapy (RT) is used in the multidisciplinary management of metastatic breast cancer, particularly for the palliation of symptomatic metastases and for local control of oligometastatic disease sites in selected patients. Advances in stereotactic body radiotherapy and other ablative RT techniques have expanded the use of local treatment in patients with a limited metastatic disease burden (Palma et al., 2020; Alomran et al., 2021). Particularly in oligometastatic or oligoprogressive disease, local treatment of a limited number of metastatic lesions may contribute to improved disease control in selected patients (Palma et al., 2020; Alomran et al., 2021; Tsai et al., 2024).

The administration of CDK4/6 inhibitors and RT during the same treatment course is clinically important because of the potential biological interaction between these two treatments. Preclinical data suggest that CDK4/6 inhibition may increase tumor cell radiosensitivity by affecting the DNA damage response and repair mechanisms in addition to inducing cell-cycle arrest (Pesch et al., 2020). However, this potential radiosensitization raises concerns regarding increased toxicity in normal tissues, and clinical practice varies with regard to whether CDK4/6 inhibitors should be continued or temporarily interrupted during RT (Ippolito et al., 2019; Ratosa et al., 2020). A substantial proportion of existing clinical studies have focused on the safety of the combination, whereas data regarding the impact of the timing of CDK4/6 inhibitor administration relative to RT on long-term oncological outcomes remain limited (Ippolito et al., 2019; Ratosa et al., 2020; Beddok et al., 2020).

Clinical data regarding the combined use of RT and CDK4/6 inhibitors, particularly in oligoprogressive disease, are still evolving. The AVATAR study is one of the studies designed to evaluate a stereotactic RT approach in ER-positive oligoprogressive breast cancer (Alomran et al., 2021). In addition, studies directly evaluating the combination of CDK4/6 inhibitors with stereotactic ablative RT are investigating the feasibility of this approach in selected patients (Ratosa et al., 2020).

Preclinical data suggest that the sequence of treatment with RT and CDK4/6 inhibitors may affect biological outcomes. In the study by Petroni et al. (2021), the timing of RT relative to CDK4/6 inhibitor treatment was shown to result in different effects on antitumor efficacy. However, further clinical data are needed before these findings can be directly translated into clinical practice.

The aim of this study was to characterize the clinical features of RT use and to evaluate progression-free survival (PFS) and overall survival (OS) in the overall cohort of patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer receiving CDK4/6 inhibitors. In addition, the clinical and metastatic characteristics of patients in groups defined according to the temporal relationship between RT and CDK4/6 inhibitor treatment were described.

MATERIALS AND METHODS

This study was designed as a single-center retrospective cohort study evaluating patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer who were followed and treated at the Department of Radiation Oncology, Selçuk University Faculty of Medicine, between 2020 and 2026. A total of 122 unique patients were included in the study.

Patients were evaluated in three groups according to the timing of RT and CDK4/6 inhibitor treatment: the group that did not receive RT (n = 43), the group that received concurrent RT and CDK4/6 inhibitor treatment (n = 37), and the group in which RT and CDK4/6 inhibitor treatment were not administered concurrently (n = 42). These groups comprised a total of 122 patients.

Patient age, menopausal status, primary and metastatic tumor characteristics, previous hormonal therapy and chemotherapy history, and the presence of bone, liver, lung, lymph node, and brain metastases were recorded. The primary survival analyses were performed for the overall cohort in terms of PFS and OS. Survival outcomes were evaluated using the Kaplan–Meier method, and clinical characteristics by group were reported descriptively.

RESULTS

The median age of the 122 patients included in the study was 65.0 years in the group that did not receive RT, 61.0 years in the concurrent RT group, and 59.5 years in the non-concurrent RT group.

When metastatic disease sites were evaluated, the most common site of metastasis was bone, with bone metastases present in 94 of 122 patients (77.0%). Lymph node metastases were detected in 79 patients (64.8%), lung metastases in 37 patients (30.3%), liver metastases in 21 patients (17.2%), and brain metastases in 3 patients (2.5%). Bone-only metastases were present in 24 patients, lymph node-only metastases in 6 patients, and liver-only metastases in 2 patients. Since a patient could have more than one metastatic site, the numbers of metastatic sites were evaluated independently of one another.

In the overall cohort of 122 patients, the median follow-up duration was 20.8 months. In the Kaplan–Meier analysis, the median PFS was 25.0 months (Figure 1), while the median OS was 41.4 months (Figure 2).

Patients were also evaluated in three subgroups according to RT administration status and the temporal relationship between RT and CDK4/6 inhibitor treatment. However, statistically significant p-values were not reached in these group comparisons. Long-term evaluation of the outcomes is ongoing because patient follow-up is still continuing.

DISCUSSION

With the increasing efficacy of CDK4/6 inhibitors in metastatic HR+/HER2− breast cancer, the control of limited sites of metastatic progression that develop during treatment with RT has become increasingly important in clinical practice. Particularly in patients with oligoprogressive disease in whom systemic therapy remains effective in other disease sites, local treatment of a limited number of progressing metastatic lesions may contribute to delaying a change in the current systemic treatment (Palma et al., 2020; Alomran et al., 2021; Tsai et al., 2024).

The timing of treatment is an important clinical question when RT and CDK4/6 inhibitors are used concurrently. The ability of CDK4/6 inhibition to affect the DNA damage response and repair may provide a mechanism that enhances the antitumor effects of RT, while the same mechanism may theoretically increase the risk of toxicity in normal tissues (Pesch et al., 2020). Existing clinical studies and systematic evaluations provide data regarding the feasibility of the combination; however, definitive conclusions remain difficult because of the limited number of patients and heterogeneity in RT techniques, doses, irradiated anatomical sites, and the timing of CDK4/6 inhibitor administration (Beddok et al., 2020; Guerini et al., 2020; Kim et al., 2021; Becherini et al., 2023; Bosacki et al., 2021).

Early clinical studies evaluating concurrent RT and CDK4/6 inhibitor treatment suggest that particular attention should be paid to hematological toxicities (Ippolito et al., 2019; Ratosa et al., 2020; Beddok et al., 2020; Guerini et al., 2020; Kim et al., 2021). The systematic review and meta-analysis by Becherini et al. (2023) also evaluated the safety profile of concurrent RT with CDK4/6 inhibitors and highlighted the heterogeneous nature of the available evidence. Therefore, clinical decisions regarding whether to continue or temporarily interrupt CDK4/6 inhibitors during RT should be individualized based on patient characteristics, the irradiated field, RT dose, and the expected toxicity.

The study by Kubeczko et al. (2024) provided important clinical data evaluating the combination of CDK4/6 inhibitors with stereotactic ablative RT in oligometastatic HR+/HER2− breast cancer. However, because the available evidence consists largely of retrospective studies, no definitive advantage has been demonstrated for either continuing or temporarily interrupting CDK4/6 inhibitors during RT (Becherini et al., 2023; Kubeczko et al., 2024).

One of the notable findings of this study was that, in a real-world cohort of patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer receiving CDK4/6 inhibitors, the median PFS was 25.0 months and the median OS was 41.4 months. However, it should be particularly emphasized that these values do not demonstrate a causal relationship between the treatment groups. Since differences may exist between patients who received RT and those who did not receive RT in terms of baseline disease characteristics and treatment selection, the retrospective design limits direct interpretation of treatment effects.

In the comparison of patients who received RT according to whether or not they concurrently received a CDK4/6 inhibitor, no statistically significant differences in PFS or OS could be demonstrated. Rather than establishing that concurrent use is superior or disadvantageous, this finding suggests that no significant survival difference could be demonstrated within the available sample size and follow-up period.

CONCLUSION

In this single-center retrospective real-world cohort of 122 patients with metastatic HR+/HER2− breast cancer receiving CDK4/6 inhibitors, the median PFS was 25.0 months

and the median OS was 41.4 months. The clinical characteristics of the patients were described according to RT administration status and the temporal relationship between CDK4/6 inhibitor treatment and RT; however, no statistically significant differences were identified in the group-based survival analyses. Although these findings contribute to real-world data regarding the use of RT during CDK4/6 inhibitor treatment, they should be interpreted cautiously because of the retrospective design, sample size, potential selection bias, and ongoing follow-up. Larger prospective studies are needed to determine the optimal timing of RT and CDK4/6 inhibitor treatment and its impact on oncological outcomes.

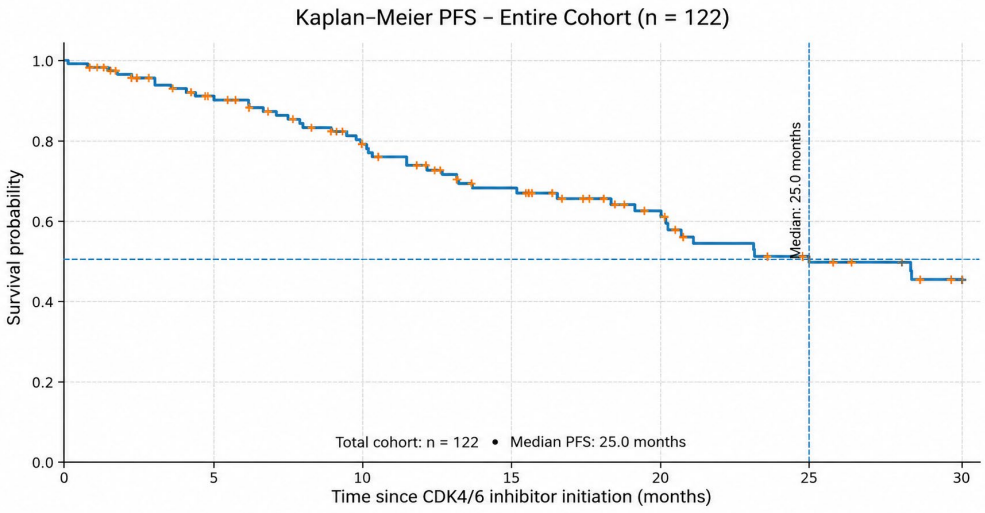


Figure-1

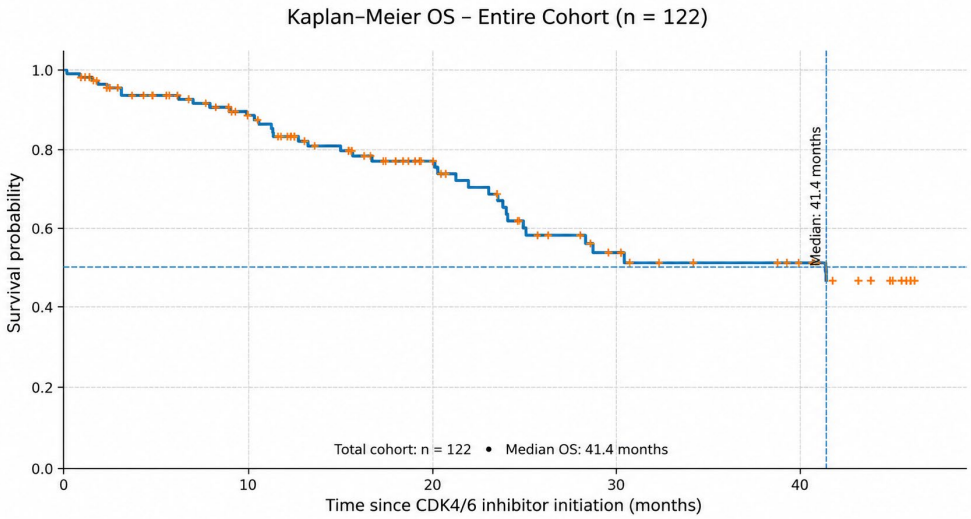


Figure-2

REFERENCES

Alomran, R., White, M., Bruce, M., Bressel, M., Roache, S., Karroum, L., Hanna, G. G., Siva, S., Goel, S., & David, S. (2021). Stereotactic radiotherapy for oligoprogressive ER-

positive breast cancer (AVATAR). *BMC Cancer*, *21*, 303. https://doi.org/10.1186/s12885-021-08042-w

Becherini, C., Visani, L., Caini, S., Bhattacharya, I. S., Kirby, A. M., Marta, G. N., Morgan, G., Salvestrini, V., Coles, C. E., Cortes, J., Curigliano, G., de Azambuja, E., Harbeck, N., Isacke, C. M., Kaidar-Person, O., Marangoni, E., Offersen, B., Rugo, H. S., Morandi, A., ... Meattini, I. (2023). Safety profile of cyclin-dependent kinase (CDK) 4/6 inhibitors with concurrent radiation therapy: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Treatment Reviews*, *119*, 102586. https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2023.102586

Beddok, A., Xu, H. P., Henry, A. A., Porte, B., Fourquet, A., Cottu, P., & Kirova, Y. (2020). Concurrent use of palbociclib and radiation therapy: Single-centre experience and review of the literature. *British Journal of Cancer*, *123*(6), 905–908. https://doi.org/10.1038/s41416-020-0957-9

Bosacki, C., Bouleftour, W., Sotton, S., Vallard, A., Daguenet, E., Ouaz, H., Cojoracu, I., Moslemi, D., Molekzadehmoghani, M., & Magné, N. (2021). CDK 4/6 inhibitors combined with radiotherapy: A review of literature. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, *26*, 79–85. https://doi.org/10.1016/j.ctro.2020.11.010

Guerini, A. E., Pedretti, S., Salah, E., Simoncini, E. L., Maddalo, M., Pegurri, L., Pedersini, R., Vassalli, L., Pasinetti, N., Peretto, G., Triggiani, L., Costantino, G., Figlia, V., Alongi, F., Magrini, S. M., & Buglione, M. (2020). A single-center retrospective safety analysis of cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors concurrent with radiation therapy in metastatic breast cancer patients. *Scientific Reports*, *10*, 13589. https://doi.org/10.1038/s41598-020-70430-2

Ippolito, E., Greco, C., Silipigni, S., Dell'Aquila, E., Petrianni, G. M., Tonini, G., Fiore, M., D'Angelillo, R. M., & Ramella, S. (2019). Concurrent radiotherapy with palbociclib or ribociclib for metastatic breast cancer patients: Preliminary assessment of toxicity. *The Breast*, *46*, 70–74. https://doi.org/10.1016/j.breast.2019.05.001

Kim, K. N., Shah, P., Clark, A., Freedman, G. M., Dastgheyb, S., Barsky, A. R., Dreyfuss, A. D., & Taunk, N. K. (2021). Safety of cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitor combined with palliative radiotherapy in patients with metastatic breast cancer. *The Breast*, *60*, 163–167. https://doi.org/10.1016/j.breast.2021.10.001

Kubeczko, M., Gabryś, D., Krzywon, A., & Jarząb, M. (2024). Cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors combined with stereotactic ablative radiotherapy in oligometastatic HR-positive/HER2-negative breast cancer patients. *The British Journal of Radiology*, *97*(1162), 1627–1635. https://doi.org/10.1093/bjr/tqae138

Palma, D. A., Olson, R., Harrow, S., Gaede, S., Louie, A. V., Haasbeek, C., Mulroy, L., Lock, M., Rodrigues, G. B., Yaremko, B. P., Schellenberg, D., Ahmad, B., Senthi, S., Swaminath, A., Kopek, N., Liu, M., Moore, K., Currie, S., ... Senan, S. (2020). Stereotactic ablative radiotherapy for the comprehensive treatment of oligometastatic cancers: Long-term results of the SABR-COMET phase II randomized trial. *Journal of Clinical Oncology*, *38*(25), 2830–2838. https://doi.org/10.1200/JCO.20.00818

Pesch, A. M., Hirsh, N. H., Chandler, B. C., Michmerhuizen, A. R., Ritter, C. L., Androsiglio, M. P., Wilder-Romans, K., Liu, M., Gersch, C. L., Larios, J. M., Pierce, L. J., Rae, J. M., & Speers, C. W. (2020). Short-term CDK4/6 inhibition radiosensitizes estrogen receptor-positive breast cancers. *Clinical Cancer Research*, *26*(24), 6568–6580. https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-20-2269

Petroni, G., Buqué, A., Yamazaki, T., Bloy, N., Di Liberto, M., Chen-Kiang, S., Formenti, S. C., & Galluzzi, L. (2021). Radiotherapy delivered before CDK4/6 inhibitors mediates superior therapeutic effects in ER+ breast cancer. *Clinical Cancer Research*, *27*(7), 1855–1863. https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-20-3871

Ratosa, I., Orazem, M., Scoccimarro, E., Steinacher, M., Dominici, L., Aquilano, M., Cerbai, C., Desideri, I., Ribnikar, D., Marinko, T., Livi, L., & Meattini, I. (2020). Cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors combined with radiotherapy for patients with metastatic breast cancer. *Clinical Breast Cancer*, *20*(6), 495–502. https://doi.org/10.1016/j.clbc.2020.05.013

Spring, L. M., Wander, S. A., Andre, F., Moy, B., Turner, N. C., & Bardia, A. (2020). Cyclin-dependent kinase 4 and 6 inhibitors for hormone receptor-positive breast cancer: Past, present, and future. *The Lancet*, *395*(10226), 817–827. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30165-3

Tsai, C. J., Yang, J. T., Shaverdian, N., Patel, J., Shepherd, A. F., Eng, J., Guttmann, D., Yeh, R., Gelblum, D. Y., Namakydoust, A., Preeshagul, I., Modi, S., Seidman, A., Traina, T., Drullinsky, P., Flynn, J., Zhang, Z., Rimner, A., Gillespie, E. F., ... Powell, S. N. (2024). Standard-of-care systemic therapy with or without stereotactic body radiotherapy in patients with oligoprogressive breast cancer or non-small-cell lung cancer (Consolidative Use of Radiotherapy to Block [CURB] oligoprogression): An open-label, randomised, controlled, phase 2 study. *The Lancet*, *403*(10422), 171–182. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01857-3

Wander, S. A., Cohen, O., Gong, X., Johnson, G. N., Buendia-Buendia, J. E., Lloyd, M. R., Kim, D., Luo, F., Mao, P., Helvie, K., Kowalski, K. J., Nayar, U., Waks, A. G., Parsons, S. H., Martinez, R., Litchfield, L. M., Ye, X. S., Yu, C., ... Wagle, N. (2020). The genomic landscape of intrinsic and acquired resistance to cyclin-dependent kinase 4/6 inhibitors in patients with hormone receptor-positive metastatic breast cancer. *Cancer Discovery*, *10*(8), 1174–1193. https://doi.org/10.1158/2159-8290.CD-19-1390

PLATİN DİRENÇLİ NÜKS YÜKSEK DERECELİ SERÖZ TUBA KARSİNOMUNDA SEKONDER SİTOREDÜKSİYON VE HIPEC

SECONDARY CYTOREDUCTIVE SURGERY AND HIPEC IN PLATINUM-RESISTANT RECURRENT HIGH-GRADE SEROUS TUBAL CARCINOMA: A CASE REPORT

Dr. İlyas TURAN

Department of Gynecologic Oncology, Batman Private Zilan, Hospital, Batman, Turkey

ORCID: 0000-0003-3611-9428

Giriş:Yüksek dereceli seröz tuba karsinomu, over ve primer peritoneal yüksek dereceli seröz karsinomlarla benzer biyolojik davranış gösteren agresif bir jinekolojik malignitedir. Rekürren hastalıkta tedavi yaklaşımı; platin duyarlılığı, hastalık dağılımı, hastanın performans durumu ve komplet sitoredüksiyon olasılığına göre bireyselleştirilmelidir. Platin dirençli rekürren hastalıkta sekonder sitoredüksiyon ve hipertermik intraperitoneal kemoterapinin (HIPEC) rolüne ilişkin kanıtlar halen sınırlıdır.

Olgu: Elli yaşında, postmenopozal, nulligravid hastaya adneksiyal kitle nedeniyle dış merkezde total abdominal histerektomi ve bilateral salpingo-ooforektomi uygulanmış ve histopatolojik değerlendirmede FIGO evre I yüksek dereceli seröz tuba karsinomu tanısı konulmuştur. Hastanemizde tamamlayıcı sitoredüktif cerrahi uygulanmış ve cerrahi materyallerde rezidüel malignite saptanmamıştır. Postoperatif altı kür karboplatin-paklitaksel kemoterapisi tamamlanmıştır. Kemoterapinin tamamlanmasından iki ay sonra, ilk cerrahiden yaklaşık sekiz ay sonra gerçekleştirilen PET/BT'de sağ internal iliak bölgede 14×26 mm boyutunda, SUVmax 10,9 olan hipermetabolik lezyon saptanmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme ve önceki görüntülemelerin multidisipliner değerlendirilmesi sonucunda lezyon nüks lehine değerlendirilmiştir. Platin dirençli nüks kabul edilen hastaya Mart 2025'te sekonder sitoredüktif cerrahi uygulanmıştır. Cerrahi sırasında çıkarılan lezyondan malignite-benignite ayrımı amacıyla frozen kesit incelemesi istenmiş; ancak intraoperatif değerlendirmede kesin ayrım yapılamamıştır. Bunun üzerine, olası mikroskopik rezidüel hastalığa yönelik tamamlayıcı tedavi amacıyla aynı seansta HIPEC uygulanmıştır. HIPEC, sisplatin 100 mg/m² ile 42°C'de 60 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir. Postoperatif histopatolojik incelemede sağ obturator kitlenin benign olduğu ve eşlik eden lenfokist bulunduğu, malignite saptanmadığı bildirilmiştir. Ek adjuvan tedavi uygulanmayan hasta yakın takibe alınmıştır. Ağustos 2026 kontrolünde klinik ve radyolojik olarak belirgin intraabdominal rekürrens saptanmamış ve CA-125 düzeyi 9 U/mL olarak ölçülmüştür.

Sonuç: Platin dirençli tubo-ovaryan malignitelerde sekonder sitoredüksiyon ve HIPEC'in yeri halen tartışmalıdır. Bu olgu, radyolojik olarak nüks düşünülen izole lezyonlarda multidisipliner değerlendirmenin ve intraoperatif frozen kesit incelemesinin sınırlılıklarının önemini vurgulamaktadır. Frozen kesitte malignite-benignite ayrımı yapılamayan olgularda, klinik ve radyolojik bulgular doğrultusunda aynı seansta HIPEC uygulanması, olası mikroskopik hastalığa yönelik tamamlayıcı bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, majör cerrahi ve HIPEC kararı dikkatli hasta seçimi ve multidisipliner değerlendirme ile verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Tuba karsinomu, platin direnci, sekonder sitoredüksiyon, HIPEC, frozen kesit, rekürrens

ABSTRACT

Introduction: High-grade serous tubal carcinoma is an aggressive gynecologic malignancy with biological behavior similar to that of high-grade serous ovarian and primary peritoneal carcinomas. Management of recurrent disease should be individualized according to platinum sensitivity, disease distribution, patient performance status, and the likelihood of complete cytoreduction. Evidence regarding the role of secondary cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) in platinum-resistant recurrent disease remains limited.

Case:A 50-year-old postmenopausal nulligravid woman underwent total abdominal hysterectomy and bilateral salpingo-oophorectomy at an outside institution for an adnexal mass. Histopathological examination revealed FIGO stage I high-grade serous tubal carcinoma. Completion cytoreductive surgery was subsequently performed at our institution, with no residual malignancy identified in the surgical specimens. The patient completed six cycles of postoperative carboplatin-paclitaxel chemotherapy. Two months after completion of chemotherapy, approximately eight months after the initial surgery, PET/CT demonstrated a 14×26-mm hypermetabolic lesion with an SUVmax of 10.9 in the right internal iliac region. Following multidisciplinary evaluation of magnetic resonance imaging and previous imaging findings, the lesion was considered suspicious for recurrence. The patient was classified as having platinum-resistant recurrence and underwent secondary cytoreductive surgery in March 2025. Intraoperative frozen-section examination was requested to distinguish between malignancy and a benign lesion; however, definitive discrimination could not be achieved. Therefore, HIPEC was administered during the same procedure as complementary treatment for possible microscopic residual disease. HIPEC was performed with cisplatin at a dose of 100 mg/m² at 42°C for 60 minutes. Postoperative histopathological examination revealed that the right obturator mass was benign and associated with a lymphocyst, with no evidence of malignancy. No additional adjuvant treatment was administered, and the patient was placed under close surveillance. At follow-up in August 2026, no definite intra-abdominal recurrence was identified clinically or radiologically, and the CA-125 level was 9 U/mL.

Conclusion: The role of secondary cytoreduction and HIPEC in platinum-resistant tubo-ovarian malignancies remains controversial. This case highlights the importance of multidisciplinary assessment and the limitations of intraoperative frozen-section examination in isolated lesions suspected to represent recurrence. When malignancy cannot be distinguished from a benign lesion on frozen section, HIPEC administered during the same procedure may be considered as complementary treatment for possible microscopic disease, based on the clinical and radiological findings. Nevertheless, the decision to perform major surgery and HIPEC should be made following careful patient selection and multidisciplinary evaluation.

Keywords: Tubal carcinoma, platinum resistance, secondary cytoreduction, HIPEC, frozen section, recurrence

TRP CHANNELS AND CLINICAL IMPLICATIONS: A HUMAN EVIDENCE MAP FROM CHANNELOPATHIES TO TARGETED THERAPIES

Ramazan ÇINAR

Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Bitlis Eren University, Bitlis, Türkiye

Kenan YILDIZHAN

Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Van Yuzuncu Yil University, Van, Türkiye

ABSTRACT

Background: Transient receptor potential (TRP) channels integrate thermal, chemical, mechanical, osmotic, and redox signals and thereby influence sensory, neurological, cardiovascular, renal, skeletal, and metabolic physiology. Although the preclinical literature is extensive, the maturity of human evidence differs markedly among channels, and biological association is frequently conflated with clinical causality.

Objective: To synthesize direct human evidence across all six mammalian TRP subfamilies and identify clinically validated channelopathies, actionable phenotypes, and therapeutic targets.

Methods: A comprehensive evidence-mapping review was conducted using studies involving patients, human genetic variants, patient-derived tissues, and clinical interventions. Evidence was classified as causal genetics, genotype–phenotype or cohort evidence, patient-tissue or pilot evidence, and indirect association. Cell and animal studies were excluded from the primary clinical-evidence layer.

Results: Strong causal human evidence links TRPC3 to spinocerebellar ataxia type 41; TRPC6 to familial focal segmental glomerulosclerosis; TRPV3 to Olmsted syndrome; TRPV4 to skeletal dysplasias and axonal neuropathies; TRPV6 to transient neonatal hyperparathyroidism; TRPM1 to complete congenital stationary night blindness; TRPM3 to developmental and epileptic encephalopathy; TRPM4 to progressive familial cardiac conduction disease; TRPM6 to hypomagnesemia with secondary hypocalcemia; TRPA1 to familial episodic pain syndrome; PKD2/TRPP2 to autosomal dominant polycystic kidney disease; and MCOLN1/TRPML1 to mucolipidosis IV. Pharmacological translation is most advanced for TRPV1: high-concentration capsaicin is clinically used for peripheral neuropathic pain, whereas systemic antagonists have been constrained by hyperthermia and impaired noxious-heat perception. TRPM8 agonism shows early clinical signals in dry-eye-associated neuropathic ocular pain. For TRPM2, TRPM7, TRPV2, several TRPC members, and TRPML2/3, evidence remains predominantly associative or preclinical.

Conclusion: TRP channels should not be treated as a homogeneous therapeutic class. Successful translation will require channel-, tissue-, modality-, variant-direction-, and patient-specific strategies supported by functional variant validation, human target-engagement biomarkers, and carefully selected clinical phenotypes.

Keywords: transient receptor potential channels; channelopathy; human genetics; clinical translation; neuropathic pain; precision medicine

TREN BAZLI NANOMALZEMELERİN İNSAN MEME KANSERİ ÜZERİNDEKİ SİTOTOKSİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATIONS OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF TREN-BASED NANOMATERIALS ON HUMAN BREAST CANCER

Güzide ŞATIR-BAŞARAN

Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Kayseri 38280, Türkiye

Erciyes Üniversitesi, Betül-Ziya Eren Genom ve Kök Hücre Merkezi, Kayseri, Türkiye

Melisa ALBAYRAK

Erciyes Üniversitesi, Betül-Ziya Eren Genom ve Kök Hücre Merkezi, Kayseri, Türkiye

Seher Berna KIRDÖK-TANŞU

Ankara Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Keçiören, Ankara 06290, Türkiye

ÖZET

Amaç: Meme kanseri, kadınlarda en sık görülen kanser türlerinden biri olup tedaviye dirençli ve agresif alt tipleri nedeniyle önemli bir klinik sorun oluşturmaya devam etmektedir. Bu durum, potansiyel biyolojik aktiviteye sahip yeni nanoölçekli malzemelerin araştırılması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır.Bu çalışmanın amacı, üç TREN bazlı nanomalzemenin -TREN Dicisal, TREN 3Br Cisal ve TREN Dinitsal- MCF-7 meme kanseri hücrelerinin metabolik canlılığı üzerindeki konsantrasyona bağlı etkilerini karşılaştırmak ve yarı maksimal inhibitör konsantrasyonlarını (IC_{50}) belirlemektir.

Gereç ve Yöntem: MCF-7 hücreleri 96 kuyucuklu plakalara 1×10^4 hücre/kuyucuk yoğunluğunda ekilmiş ve her bir nanomalzeme ile 7.81, 15.63, 31.25, 62.5, 125, 250 ve 500 µg/mL konsantrasyonlarında 48 saat süreyle muamele edilmiştir. Nanomalzeme süspansiyonları steril ultra saf su içinde taze olarak hazırlanmış, sonike edilmiş ve tam kültür ortamında seyreltilmiştir. Maruziyetin ardından hücreler 5 mg/mL MTT ile 4 saat inkübe edilmiştir. Formazan kristalleri 100 µL izopropanol içinde çözündürülmüş ve absorbans 560 nm'de ölçülmüştür. Her konsantrasyon üçlü tekrarla test edilmiştir. Hücre canlılığı, tedavi edilmemiş kontrollere göre normalize edilmiş ve IC_{50} değerleri GraphPad Prism kullanılarak doğrusal olmayan regresyon ile hesaplanmıştır.

Bulgular: Her üç nanomalzeme de MCF-7 metabolik canlılığını konsantrasyona bağlı bir şekilde azaltmıştır. IC_{50} değerleri; TREN Dicisal için 391.9 µg/mL, TREN 3Br Cisal için 366.7 µg/mL ve TREN Dinitsal için 412.2 µg/mL olarak bulunmuştur. TREN 3Br Cisal, kıyaslamalı olarak en yüksek inhibitör etkiyi göstermiştir.

Sonuç: Üç TREN bazlı nanomalzeme, MCF-7 hücrelerine karşı ölçülebilir ancak nispeten mütevazı bir aktivite sergilemiş olup, TREN 3Br Cisal en aktif aday olarak öne çıkmıştır.

Bu ön bulgular, yapısal optimizasyon ile normal hücre seçiciliği ve mekanistik hücre ölümü deneyleri yoluyla ileri doğrulama çalışmalarını desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: MCF-7, hücre canlılığı, MTT testi, nanomalzemeler

ABSTRACT

Background/Aim: Breast cancer remains one of the most common cancers among women and continues to pose a significant clinical challenge due to its treatment-resistant and aggressive subtypes. This highlights the need to investigate novel nanoscale materials with potential biological activity. This study aimed to compare the concentration-dependent effects of three TREN-based nanomaterials-TREN Dicisal, TREN 3Br Cisal, and TREN Dinitsal-on the metabolic viability of MCF-7 breast cancer cells and to determine their half-maximal inhibitory concentrations (IC_{50}).

Materials and Methods: MCF-7 cells were seeded in 96-well plates at a density of 1×10^4 cells/well and treated with each nanomaterial at concentrations of 7.81, 15.63, 31.25, 62.5, 125, 250, and 500 ug/mL for 48 h. Nanomaterial suspensions were freshly prepared in sterile ultrapure water, sonicated, and diluted in complete culture medium. Following exposure, cells were incubated with 5 mg/mL MTT for 4 h. Formazan crystals were dissolved in 100 uL isopropanol, and absorbance was measured at 560 nm. Each concentration was tested in triplicate. Cell viability was normalized to untreated controls, and IC_{50} values were calculated by nonlinear regression using GraphPad Prism.

Results: All three nanomaterials reduced MCF-7 metabolic viability in a concentration-dependent manner. The IC_{50} values were 391.9 ug/mL for TREN Dicisal, 366.7 ug/mL for TREN 3Br Cisal, and 412.2 ug/mL for TREN Dinitsal. TREN 3Br Cisal showed the comparatively greatest inhibitory effect.

Conclusion: The three TREN-based nanomaterials displayed measurable but relatively modest activity against MCF-7 cells, with TREN 3Br Cisal emerging as the most active candidate. These preliminary findings support further structural optimization and validation through normal-cell selectivity and mechanistic cell-death assays.

Keywords MCF-7, cell viability, MTT assay, nanomaterials

KÜÇÜK HÜCRELİ DIŞI AKCİĞER KANSERİNDE METASTAZLA İLİŞKİLİ UZUN KODLAMAYAN RNA'LARIN LİKİT BİYOPSİ TEMELLİ MOLEKÜLER PROFİLİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF LIQUID BIOPSY-BASED MOLECULAR PROFILING OF METASTASIS-ASSOCIATED LONG NON-CODING RNAS IN NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Filiz Beyza EKİNCİ

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0009-0002-7641-9732

Dr. Öğr. Üyesi Müge Gülcihan ÖNAL

Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8572-5689

Doç. Dr. Ömer ÖNAL

Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9971-7401

Merve BAŞAR

Erciyes Üniversitesi, Genom ve Kök Hücre Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-1336-1250

Sema ÇIKIN

Erciyes Üniversitesi, Gevher Nesibe Genom ve Kök Hücre Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4749-4706

Yağmur ÖZKARA

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0009-0006-9452-6151

Öğr. Gör. Dr. Dilek BAHAR

Erciyes Üniversitesi, Rektörlük

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4916-5071

Doç. Dr. Armağan AKKUŞ

Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8374-7892

ÖZET

Küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK), yüksek insidans ve mortalite oranları ile önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Eksozomlar ve serbest dolaşan nükleik asitler, dolaşımda stabil bulunmaları ve hücresel moleküler özellikleri yansıtabilmeleri nedeniyle likit biyopsi çalışmalarında önemli kaynaklardır. Uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA), kanser gelişimi ve progresyonuyla ilişkili moleküler süreçlerde rol alan potansiyel biyobelirteçlerdir. H19, MALAT1, HOTAIR ve PVT1 lncRNA'ları; KHDAK ve diğer malignitelerde tümör proliferasyonu, invazyon ve metastazın moleküler düzenlenmesinde rol almaları ve PI3K/AKT başta olmak üzere kanser progresyonunda kritik sinyal yolaklarıyla ilişkili olmaları nedeniyle güçlü aday moleküler biyobelirteçler olarak seçilmiştir. Bu lncRNA'ların dolaşımdaki eksozomal ve serbest RNA'daki ekspresyonlarının karakterize edilmesi, KHDAK'nın tümör biyolojisiyle ilişkili moleküler değişimlerin non-invaziv olarak ortaya konulmasına katkı sağlayabilir. Bu çalışmada, sağlıklı bireyler ile KHDAK hastalarının cerrahi öncesi ve cerrahiden 72 saat sonra elde edilen plazma örneklerinde H19, MALAT1, HOTAIR ve PVT1 lncRNA'larının eksozomal RNA ve serbest dolaşan RNA'daki ekspresyon profillerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmaya 10 sağlıklı birey ve 10 KHDAK hastasının dahil edilmesi planlanmaktadır. Sağlıklı gönüllülerden tek zamanlı, KHDAK hastalarından cerrahi öncesi ve 72 saat sonrası periferik kan örnekleri alınacaktır. Plazmadan total RNA, cfRNA ve eksozomal RNA izole edilecektir. Hedef lncRNA'lar, RPLP0 referans geni kullanılarak SYBR Green tabanlı RT-qPCR ile değerlendirilecek ve göreceli ekspresyon düzeyleri 2^-ΔΔCt yöntemiyle hesaplanacaktır. Çalışmanın örnek toplama ve moleküler hazırlık aşamaları devam etmektedir; RT-qPCR analizleri henüz gerçekleştirilmemiştir. Çalışmanın tamamlanmasıyla, cerrahi sonrası erken dönemdeki lncRNA ekspresyon değişimlerinin ortaya konulması ve sağlıklı bireylerle karşılaştırılması hedeflenmektedir. Bu araştırma, tümör biyolojisini yansıtabilecek dolaşımdaki moleküler belirteçlerin belirlenmesi ve hastalığın non-invaziv yöntemlerle değerlendirilmesine olanak sağlayabilecek biyobelirteçlerin ortaya konulması açısından önem taşımaktadır. Araştırmadan elde edilecek bulguların, küçük hücreli dışı akciğer kanserinde (KHDAK) likit biyopsi temelli moleküler biyobelirteçlerin tanımlanmasına ve bu alandaki translasyonel araştırmaların geliştirilmesine katkı sağlaması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Küçük hücreli dışı akciğer kanseri, likit biyopsi, eksozomal RNA, serbest dolaşan RNA, uzun kodlamayan RNA

ABSTRACT

Non-small cell lung cancer (NSCLC) remains an important public health problem due to its high incidence and mortality rates. Exosomes and cell-free nucleic acids are important sources in liquid biopsy studies due to their stability in circulation and ability to reflect cellular molecular characteristics. Long non-coding RNAs (lncRNAs) are potential biomarkers involved in molecular processes associated with cancer development and progression. H19, MALAT1, HOTAIR, and PVT1 lncRNAs were selected as strong candidate molecular biomarkers because they have been reported to play roles in the

molecular regulation of tumor proliferation, invasion, and metastasis in NSCLC and other malignancies and to be associated with critical signaling pathways, particularly PI3K/AKT, involved in cancer progression. Characterization of these lncRNAs in circulating exosomal and cell-free RNA may contribute to the non-invasive identification of molecular alterations associated with NSCLC tumor biology. This study aims to compare the expression profiles of H19, MALAT1, HOTAIR, and PVT1 in exosomal and cell-free RNA obtained from plasma samples of healthy individuals and patients with NSCLC before surgery and 72 hours after surgery. A total of 10 healthy individuals and 10 patients with NSCLC are planned to be included. Single-time-point blood samples will be collected from healthy volunteers, while samples will be collected from patients before surgery and 72 hours after surgery. Total RNA, cfRNA, and exosomal RNA will be isolated from plasma. Target lncRNAs will be evaluated using SYBR Green-based RT-qPCR with RPLP0 as the reference gene, and relative expression levels will be calculated using the 2^- ΔΔCt method. Sample collection and molecular preparation are ongoing; RT-qPCR analyses have not yet been performed. Upon completion, postoperative changes in lncRNA expression will be evaluated and compared with healthy individuals. This research is important for identifying circulating molecular markers that may reflect tumor biology and biomarkers that may enable non-invasive disease evaluation. The findings are expected to contribute to liquid biopsy-based molecular biomarker research and translational research in NSCLC.

Keywords: Non-small cell lung cancer, liquid biopsy, exosomal RNA, cell-free RNA, long non-coding RNA

SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA NAZAL *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* TAŞIYICILIĞI VE ANTİMİKROBİYAL DİRENÇ PROFİLLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF NASAL *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* CARRIAGE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE PROFILES AMONG HEALTHCARE WORKERS

ABSTRACT

Cihat ÖZTÜRK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye

ORCID: 0000-0003-2868-2317

ÖZET

Giriş: *Staphylococcus aureus (S. aureus)*, sağlıklı bireylerin nazal mukozasında asemptomatik olarak kolonize olabilen ve sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlarda önem taşıyan bir patojendir. Bu çalışmada sağlık çalışanlarında nazal taşıyıcılığın ve izolatların antimikrobiyal duyarlılıklarının belirlenmesi ile enfeksiyon kontrolüne katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Bu kesitsel çalışmada, klinik belirti göstermeyen 156 sağlık çalışanından nazal sürüntü örneği alındı. Örnekler mannitol salt agara ekildi; üreyen koloniler kanlı agara pasajlanarak koloni morfolojisi, hemoliz, katalaz ve koagülaz özelliklerine göre tanımlandı. İzole edilen 51 *S. aureus* suşunun antimikrobiyal duyarlılıkları Kirby–Bauer disk difüzyon yöntemiyle araştırıldı ve EUCAST kriterlerine göre değerlendirildi. Kategorik veriler ki-kare veya Fisher kesin testiyle karşılaştırıldı ve $p<0,05$ anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Çalışmada örneklerin 51'inden (%32.7) *S. aureus*, 93'ünden (%59.6) *Staphylococcus epidermidis* izole edilirken alınan 12 nazal örnekte (%7.7) üreme saptanmadı. *S. aureus* taşıyıcılığı meslek grubu ve klinik birimle istatistiksel olarak ilişkisiz bulundu. Direnç oranları değerlendirildiğinde basitrasin %92.2, penisilin G için %72.5, ampisilin için %68.6, metisilin için %45.1, trimetoprim-sülfametoksazol için %29.4, eritromisin için %17.6, gentamisin için %13.7, mupirosin için %7.8, tetrasiklin ve fusidik asit için %5.9, siprofloksasin ve rifampisin için %3.9, amikasin ve klindamisin için %2.0 olarak bulundu. Streptomisin, kanamisin, tigesiklin, linezolid ve kloramfenikole tüm izolatların duyarlı olduğu saptandı. İzolatların 48'inde (%94.1) en az iki, 41'inde (%80.4) en az üç antimikrobiyal ajana birlikte direnç görüldü. Üç izolatta (%5.9) yedi antibiyotiğe direnç belirlendi. Trimetoprim-sülfametoksazol ve eritromisin direnci cerrahi birimler ve ameliyathane izolatlarında diğer birimlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edildi.

Sonuç: Asemptomatik sağlık çalışanlarında saptanan yüksek *S. aureus* nazal taşıyıcılık oranı ve yaygın çoklu direnç profilleri, kurumsal sürveyansın sürekliliğini zorunlu kılmaktadır. Cerrahi birimler ve ameliyathanede belirlenen direnç farklılıkları, enfeksiyon kontrol uygulamalarının ve yerel sürveyansın güçlendirilmesinin önemini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Staphylococcus aureus*, nazal taşıyıcılık, sağlık çalışanları, antimikrobiyal direnç

ABSTRACT

Introduction: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) can asymptomatically colonize the nasal mucosa of healthy individuals and is of particular importance in healthcare-associated infections. This study aimed to determine the prevalence of nasal *S. aureus* carriage among healthcare workers and to characterize the antimicrobial susceptibility profiles of the isolates, with implications for infection control.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, nasal swab samples were collected from 156 asymptomatic healthcare workers. The samples were inoculated onto mannitol salt agar, and presumptive colonies were subcultured onto blood agar and identified based on colony morphology, hemolysis, catalase, and coagulase characteristics. The antimicrobial susceptibility of 51 *S. aureus* isolates was investigated using the Kirby–Bauer disk diffusion method and evaluated according to EUCAST criteria. Categorical variables were compared using the chi-square test or Fisher's exact test, as appropriate, and $p<0.05$ was considered statistically significant.

Results: *S. aureus* was isolated from 51 (32.7%) of the 156 nasal samples, while *Staphylococcus epidermidis* was isolated from 93 (59.6%); no growth was detected in 12 samples (7.7%). No statistically significant association was observed between *S. aureus* carriage and either occupational group or clinical unit. Resistance rates were 92.2% for bacitracin, 72.5% for penicillin G, 68.6% for ampicillin, 45.1% for methicillin, 29.4% for trimethoprim-sulfamethoxazole, 17.6% for erythromycin, 13.7% for gentamicin, 7.8% for mupirocin, 5.9% for tetracycline and fusidic acid, 3.9% for ciprofloxacin and rifampicin, and 2.0% for amikacin and clindamycin. All isolates were susceptible to streptomycin, kanamycin, tigecycline, linezolid, and chloramphenicol. Resistance to at least two antimicrobial agents was observed in 48 isolates (94.1%), while 41 isolates (80.4%) were resistant to at least three agents. Also, three isolates (5.9%) were resistant to seven antimicrobial agents. Resistance to trimethoprim-sulfamethoxazole and erythromycin was significantly more frequent among isolates obtained from surgical units and the operating room than among those obtained from other units.

Conclusion: The 32.7% nasal *S. aureus* carriage rate among asymptomatic healthcare workers, together with the observed antimicrobial resistance patterns among colonizing isolates, highlights the importance of continued local surveillance and infection control practices. The significantly higher frequencies of trimethoprim-sulfamethoxazole and erythromycin resistance among isolates from surgical units and the operating room further emphasize the value of monitoring local antimicrobial resistance patterns.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, nasal carriage, healthcare workers, antimicrobial resistance

BAĞIRSAK PARAZİTLERİNİN TANISINDA DİREKT BAKI, KONSANTRASYON VE BOYAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF DIRECT MICROSCOPY, CONCENTRATION, AND STAINING METHODS IN THE DIAGNOSIS OF INTESTINAL PARASITES

Minazer DOĞAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Assist. Prof. Dr. Fatma CEVAHİR

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü

Reyhan BAYRAM

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Bahar GÜNDOĞDU

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Beyza KARAK

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Serdar SEZER

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Ayşe NACAR

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Zehra KALAYCI

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 2.sınıf öğrencisi

Yasemin TOZOĞLU

Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Mikrobiyoloji Programı

Gökçe ÖZKAN

Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Sona NAMVAR KOHAN

Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Programı

Dilara ÇANKAYA

Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Mikrobiyoloji Programı

Fatma Zehra ÖZTAŞ

Akyazı Devlet Hastanesi Tıbbi Laboratuvarı

Özgür KURT

Acıbadem Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji AD

ÖZET

Bağırsak parazitleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Bu enfeksiyonların tanısında dışkı örneklerinin mikroskobik incelemesi yaygın olarak kullanılmakta; direkt bakı, konsantrasyon ve çeşitli boyama yöntemleri parazitlerin saptanması ve tanımlanmasında birbirini tamamlayıcı rol oynayabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Sakarya ili Akyazı ilçesindeki Devlet Hastanesine ishal yakınmasıyla başvuran hastalardan alınan dışkı örneklerinde bağırsak parazitlerinin farklı mikroskobik yöntemlerle araştırılması ve yöntemlerden elde edilen bulguların karşılaştırılmasıdır.

Çalışmaya bilgilendirilmiş gönüllü onamı alınan toplam 30 hasta dahil edilmiştir. Dışkı örnekleri uygun koşullarda toplanarak SAF solüsyonunda korunmuş ve parazitolojik inceleme amacıyla laboratuvara ulaştırılmıştır. Örneklere direkt bakı (salin-Lugol), konsantrasyon, trikrom ve Kinyoun boyama yöntemi uygulanmıştır. Direkt bakı 30 örneğin tamamına, konsantrasyon, trikrom ve Kinyoun boyama yöntemleri ise 20 örneğe uygulanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS Statistics 29.0 programında gerçekleştirilmiş ve $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Katılımcıların 13'ü (%43,3) kadın, 17'si (%56,7) erkek olup yaş medyanı 54 (1–77) yıldır. Nihai parazitolojik değerlendirmede 30 hastanın 13'ünde (%43,3) en az bir bağırsak paraziti saptanırken, 17'sinde (%56,7) parazit saptanmamıştır. Parazit saptanan hastaların altısında (%46,2) tek tür, yedisinde (%53,8) ise birden fazla parazit türü belirlenmiştir. En sık saptanan parazit ***Blastocystis* spp.** olup yedi hastada (%23,3) tespit edilmiştir. Bunu ***Entamoeba histolytica/E. dispar*** ve ***Cryptosporidium spp.*** (%13,3), ***Dientamoeba fragilis*** ve ***Chilomastix mesnili*** (%6,7), ***Giardia intestinalis*** ve ***Entamoeba hartmanni*** (%3,3) izlemiştir. Parazit varlığı ile yaş ve cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (sırasıyla; $p=0,320$ ve $p=0,785$).

Yöntemlere göre değerlendirildiğinde direkt bakıda 30 örneğin 21'inde (%70,0), konsantrasyon yönteminde 20 örneğin 16'sında (%80,0), trikrom boyamada 20 örneğin 10'unda (%50,0) ve Kinyoun boyamada 20 örneğin altısında (%30,0) parazit veya parazit şüphesi taşıyan yapılar görülmüştür. Tüm yöntemlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda ise 13 örnek nihai olarak parazit pozitif kabul edilmiştir. Bu durum, yöntem bazında şüpheli olarak değerlendirilen bazı yapıların nihai değerlendirmede doğrulanmadığını göstermiştir.

Sonuç olarak, ishal yakınması bulunan hastalarda farklı bağırsak protozoonlarının tek başına veya karma enfeksiyonlar şeklinde bulunabildiği görülmüştür. Direkt bakı, konsantrasyon ve boyama yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi, şüpheli yapıların ayrıntılı incelenmesine ve parazitlerin daha güvenilir biçimde tanımlanmasına katkı sağlamaktadır. Bulgular, bağırsak parazitlerinin mikroskobik tanısında tek bir yöntem yerine birbirini tamamlayan yöntemlerin birlikte kullanılmasının uygun olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve bağımsız bir referans veya moleküler doğrulama yönteminin bulunmaması nedeniyle yöntemlerden birinin diğerine üstün olduğu sonucuna varılamamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak parazitleri, direkt bakı, konsantrasyon yöntemi, trikrom boyama, Kinyoun boyama, mikroskobik tanı

*Bu araştırma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

ABSTRACT

Intestinal parasites remain an important public health problem, particularly in developing countries. Microscopic examination of stool specimens is widely used for the diagnosis of these infections, and direct microscopy, concentration techniques, and various staining methods may play complementary roles in the detection and identification of parasites. This study aimed to investigate intestinal parasites using different microscopic methods in stool samples obtained from patients presenting with diarrhea to Akyazı State Hospital in Sakarya Province and to compare the findings obtained using these methods.

A total of 30 patients who provided informed consent were included in the study. Stool specimens were collected under appropriate conditions, preserved in SAF solution, and transported to the laboratory for parasitological examination. Direct microscopy (saline-Lugol), concentration, trichrome staining, and Kinyoun staining methods were applied. Direct microscopy was performed on all 30 specimens, whereas concentration, trichrome staining, and Kinyoun staining were performed on 20 specimens. Statistical analyses were conducted using SPSS Statistics version 29.0, and $p<0.05$ was considered statistically significant.

Of the participants, 13 (43.3%) were female and 17 (56.7%) were male, with a median age of 54 years (range: 1–77). In the final parasitological assessment, at least one intestinal parasite was detected in 13 of 30 patients (43.3%), while no parasites were detected in 17 (56.7%). Among the parasite-positive patients, six (46.2%) had a single parasite species, whereas seven (53.8%) had multiple parasite species. The most frequently detected parasite was ***Blastocystis* spp.**, identified in seven patients (23.3%). This was followed by ***Entamoeba histolytica/E. dispar*** and ***Cryptosporidium* spp.** (13.3%), ***Dientamoeba fragilis*** and ***Chilomastix mesnili*** (6.7%), and ***Giardia intestinalis*** and ***Entamoeba hartmanni*** (3.3%). No statistically significant association was found between parasite presence and age or sex ($p=0.320$ and $p=0.785$, respectively).

When evaluated according to the diagnostic method, parasitic or parasite-suspicious structures were observed in 21 of 30 specimens (70.0%) by direct microscopy, 16 of 20 specimens (80.0%) by the concentration method, 10 of 20 specimens (50.0%) by trichrome staining, and six of 20 specimens (30.0%) by Kinyoun staining. However, after the combined evaluation of all methods, only 13 specimens were ultimately classified as parasite-positive. This finding indicates that some structures considered suspicious by individual methods were not confirmed in the final assessment.

In conclusion, various intestinal protozoa were detected either as single infections or as mixed infections in patients presenting with diarrhea. The combined evaluation of direct microscopy, concentration, and staining methods contributes to a more detailed assessment of suspicious structures and more reliable identification of parasites. The findings suggest that the combined use of complementary methods rather than reliance on a single method may be appropriate for the microscopic diagnosis of intestinal parasites. However, due to the limited sample size and the absence of an independent reference or molecular confirmation method, it is not possible to conclude that any one method is superior to the others.

Keywords: Intestinal parasites, direct microscopy, concentration method, trichrome staining, Kinyoun staining, microscopic diagnosis.

*This research was supported by the TÜBİTAK 2209-A Research Projects Support Programme for Undergraduate Students.

COMPARISON OF POST-OPERATIVE OUTCOMES BETWEEN OPEN AND LAPAROSCOPIC APPROACHES IN COLON CANCER SURGERY: A RETROSPECTIVE CASE SERIES

Valmira Abilaliaj

University Trauma Hospital, Tirane, Albania

Department of Surgery, University of Medicine, Tirane, Albania

ABSTRACT

Background: This study aimed to compare post-operative outcomes, including complication rates and length of hospital stay, between open and laparoscopic surgical approaches in patients undergoing surgery for colon cancer, while describing the demographic and clinical characteristics of the patient population.

Methods: A retrospective case series included 84 patients diagnosed with colon cancer who underwent open (n=69) or laparoscopic (n=15) surgery. Post-operative outcomes, including complications and length of hospital stay, were analyzed alongside demographic and clinical characteristics such as comorbidities. Statistical tests included Pearson's Chi-Square and Fisher's Exact tests for categorical variables, and the Mann-Whitney U test for continuous variables. Statistical significance was set at $p<0.05$.

Results: Among patients with colon cancer, the mean age was 64.77 ± 15.15 years, ranging from 13 to 92 years. Most procedures were performed using the open approach (81.9%), while laparoscopic surgery accounted for 18.1%. Post-operative complications occurred more frequently in the open group (32.4%) compared to the laparoscopic group (26.7%). Similarly, the mean length of hospital stay was longer for open surgery (14.38 ± 11.67 days) compared to laparoscopic surgery (13.07 ± 8.07 days). Comorbidities were significantly more prevalent in patients undergoing open surgery (91.8%) compared to those undergoing laparoscopic surgery (8.2%), $p<0.01$.

Conclusion: In patients with colon cancer, open surgery was associated with higher post-operative complication rates and longer hospital stays compared to laparoscopic surgery, although these differences were not statistically significant. Additionally, patients undergoing open surgery were more likely to have significant comorbidities. These findings support the consideration of laparoscopic surgery as a preferable option for colon cancer patients with lower preoperative risks.

Keywords: Post-operative complications, Laparoscopic surgery, Open surgery, Case series

THE ROLE OF ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING IN ASSESSING THERAPEUTIC RESPONSE TO TRANSARTERIAL CHEMOEMBOLIZATION IN HEPATOCELLULAR CARCINOMA: A NARRATIVE REVIEW

Xhesika Xhetani

Fatmir Bilaj

Department of Semiology and Clinical Imaging, Faculty of Medicine, University of Medicine Tirana, Albania

ABSTRACT

Background: Hepatocellular carcinoma (HCC) is the most prevalent primary liver malignancy, arising almost exclusively in the setting of chronic liver disease and cirrhosis. For patients with intermediate-stage disease (BCLC-B), transarterial chemoembolization (TACE) has long established itself as the treatment of choice, offering meaningful survival benefits. Yet, the accurate monitoring of tumour response following TACE remains a persistent clinical challenge, as conventional morphological response criteria — including RECIST and mRECIST — fall short in capturing the early functional changes that unfold within the treated lesion long before any measurable size reduction becomes apparent.

Objective: This narrative review synthesises the current evidence on advanced diagnostic imaging modalities for early and accurate assessment of therapeutic response to TACE in HCC patients.

Methods: A narrative literature search was conducted across PubMed/MEDLINE using terms including hepatocellular carcinoma, TACE, CT perfusion, diffusion-weighted imaging (DWI), apparent diffusion coefficient (ADC), intravoxel incoherent motion (IVIM), diffusion kurtosis imaging (DKI), mRECIST, LI-RADS, and alpha-fetoprotein (AFP).

Results: Five imaging domains emerged as consistently superior to conventional morphological assessment: (1) CT perfusion imaging (CTPI), capable of detecting haemodynamic alterations within hours of TACE; (2) DWI and ADC quantification, reflecting tumour necrosis at the cellular level with AUC values reaching 0.78–0.89; (3) advanced diffusion models — IVIM and DKI — offering insights into peritumoral zone viability and early recurrence; (4) LI-RADS v2018 and mRECIST, providing structured viability-based response categorisation; and (5) AFP dynamics, a practical and accessible biochemical marker that independently correlates with imaging response and survival.

Conclusions: Advanced functional imaging modalities offer substantially earlier and more accurate treatment response assessment compared to conventional criteria in HCC patients undergoing TACE. Despite robust individual evidence for each technique, no universally accepted multiparametric imaging protocol currently exists for routine clinical practice. Developing standardised, resource-adapted imaging workflows represents both an unmet clinical need and a compelling avenue for future research.

Keywords: hepatocellular carcinoma; TACE; diffusion-weighted imaging; CT perfusion; mRECIST; LI-RADS; ADC; imaging response assessment; alpha-fetoprotein; narrative review

MULTIPARAMETRIC ULTRASOUND IN PEDIATRIC LYMPHOMA

Behar TOÇİLLA

Department of Radiology, American Hospital, Tirana, Albania

Donjeta BALI

Oncohematology Service, Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, University of Medicine, Tirana; University Hospital Center "Mother Teresa," Tirana, Albania

ABSTRACT

Background:
Pediatric lymphoma represents a clinically and biologically heterogeneous group of malignancies in which early and accurate imaging-based stratification is essential for optimal management. While gray-scale ultrasound remains the first-line imaging modality for evaluation of pediatric lymphadenopathy, its diagnostic specificity is limited, necessitating complementary imaging strategies.

Purpose:
To evaluate the role of multiparametric ultrasound (MPUS), integrating gray-scale ultrasound, Doppler imaging, shear-wave elastography (SWE), contrast-enhanced ultrasound (CEUS), and superb microvascular imaging (SMI), in the diagnostic workup and management of pediatric lymphoma.

Methods:
MPUS integrates structural and functional ultrasound techniques into a unified imaging framework, enabling comprehensive assessment of lymph node morphology, vascular architecture, tissue stiffness, and microvascular perfusion. This multiparametric approach supports lesion characterization, differential diagnosis, biopsy targeting, staging assessment, and therapy monitoring.

Results:
MPUS provides incremental diagnostic value over conventional ultrasound by combining complementary imaging biomarkers. Malignant lymph nodes typically demonstrate loss of fatty hilum, cortical thickening, increased stiffness, and abnormal vascular patterns on Doppler and SMI, as well as heterogeneous or rapid enhancement on CEUS. Integration of MPUS parameters improves lesion stratification, increases diagnostic confidence, and optimizes biopsy targeting by identifying viable tumor tissue, thereby reducing sampling error. Additionally, MPUS enhances detection of extranodal disease and may contribute to early assessment of treatment response.

Conclusion:
Multiparametric ultrasound represents a comprehensive, radiation-free imaging approach that enhances diagnostic accuracy and supports precision image-guided intervention in pediatric lymphoma. By integrating complementary structural and functional biomarkers, MPUS strengthens the role of ultrasound as a central modality in the multidisciplinary management of pediatric lymphoproliferative disorders.

Keywords

Pediatric lymphoma; multiparametric ultrasound; elastography; contrast-enhanced ultrasound; superb microvascular imaging; biopsy guidance; pediatric oncology imaging.

1. Introduction

Lymphoma is an important malignant disease in childhood and adolescence and comprises biologically diverse Hodgkin and non-Hodgkin lymphomas. Pediatric non-Hodgkin lymphoma includes aggressive entities such as Burkitt lymphoma, lymphoblastic lymphoma, diffuse large B-cell lymphoma, and anaplastic large-cell lymphoma. Because these diseases differ in clinical presentation, biological behavior, and patterns of dissemination, accurate imaging is required throughout the diagnostic and therapeutic pathway.

Current pediatric lymphoma imaging recommendations emphasize the complementary roles of different imaging modalities according to lymphoma subtype, disease distribution, and clinical question [1]. Functional metabolic imaging, particularly FDG-PET, has an established role in staging and response assessment, while CT and MRI provide anatomical and soft-tissue information when indicated [1,2].

Ultrasound is frequently the initial imaging examination for palpable cervical, axillary, or inguinal lymphadenopathy. Its major advantages in children include the absence of ionizing radiation, real-time assessment, accessibility, low cost, and the possibility of repeated examinations. Ultrasound can also be used for image-guided biopsy and follow-up of accessible lesions.

The main limitation of conventional ultrasound is that benign inflammatory and malignant lymph nodes may demonstrate overlapping findings. Multiparametric ultrasound addresses this limitation by combining structural and functional information obtained using several complementary ultrasound techniques.

2. Conventional ultrasound in pediatric lymphoma

Gray-scale ultrasound represents the structural foundation of an MPUS examination. Important parameters include lymph-node size, shape, short-to-long-axis ratio, cortical thickness, echogenicity, internal architecture, fatty-hilum preservation, margins, necrosis, calcification, and nodal conglomeration.

Normal lymph nodes are generally oval or elongated and contain a recognizable echogenic fatty hilum. Reactive lymph nodes may enlarge and demonstrate cortical thickening while maintaining relatively preserved architecture. Suspicious lymph nodes may become more rounded and demonstrate cortical expansion, loss or effacement of the fatty hilum, heterogeneous echotexture, irregular margins, necrosis, or conglomeration.

However, none of these findings is individually diagnostic of lymphoma. Infectious and inflammatory lymphadenopathies can produce similar morphological changes. Therefore, lymph-node size should not be interpreted in isolation, and morphological findings should be integrated with clinical, laboratory, and functional imaging information.

The principal advantage of gray-scale ultrasound is its ability to evaluate the lymph node dynamically and to compare abnormal nodes with adjacent or contralateral nodes. This makes it particularly useful as the first step of a multiparametric examination.

3. Doppler ultrasound, Shear-Wave Elastography and SMI

Doppler ultrasound provides information about vascular distribution and flow. Reactive lymph nodes frequently demonstrate predominantly hilar vascularity, whereas malignant nodes may show increased peripheral, cortical, or mixed vascularity. Nevertheless,

inflammatory lymph nodes may also be markedly hypervascular, limiting the specificity of Doppler findings.

Shear-wave elastography provides quantitative information about tissue mechanical properties by measuring shear-wave propagation through tissue. Malignant tissue may demonstrate increased stiffness related to cellularity and alterations of the extracellular environment. However, inflammation and fibrosis may also increase tissue stiffness, while necrotic tissue may be relatively soft. Measurements can also be affected by transducer pressure, lesion depth, region-of-interest placement, lesion heterogeneity, and equipment-specific parameters.

Pediatric evidence supporting SWE is increasing. Cañas et al. prospectively evaluated cervical lymph nodes in pediatric patients using B-mode ultrasound, color Doppler, and point SWE and demonstrated the potential of elastography for differentiating benign and malignant cervical lymph nodes [3].

The most directly relevant evidence for MPUS in pediatric lymphoma comes from Bayramoglu et al. [4]. Their retrospective study evaluated 45 lymph nodes diagnosed with malignant lymphoma, 72 nodes with acute lymphadenitis, and 146 normal lymph nodes. The investigators combined gray-scale morphology, SWE, and SMI. For differentiating lymphoma from normal lymph nodes, a vascularity-index cutoff greater than 15% demonstrated 95% diagnostic accuracy, while elasticity values greater than 17 kPa demonstrated 99% diagnostic accuracy [4]. These findings support the concept that combined structural, mechanical, and vascular biomarkers may provide greater diagnostic information than conventional morphology alone.

SMI is an advanced Doppler technique designed to improve visualization of low-velocity blood flow while suppressing motion-related artifacts. It can demonstrate small vessels and vascular distribution that may be less conspicuous on conventional Doppler. Increased microvascularity and abnormal vascular distribution may be associated with malignant lymph-node involvement.

A systematic review by Fu et al. demonstrated that SMI has expanding applications in superficial tissues and organs, including lymph-node evaluation [5]. The technique is particularly attractive for MPUS because it provides a vascular biomarker that complements the mechanical information obtained from SWE.

Importantly, increased vascularity or stiffness should not be interpreted as specific for lymphoma. Infection and inflammation may produce similar functional changes. The greatest potential of MPUS therefore lies in the integration of multiple parameters.

4. Contrast-enhancement ultrasound

Contrast-enhanced ultrasound provides real-time assessment of tissue perfusion following administration of ultrasound contrast agents consisting of gas-filled microbubbles. CEUS can provide information regarding enhancement intensity, distribution, homogeneity, wash-in, wash-out, and perfused versus non-perfused tissue.

In pediatric oncology, CEUS is attractive because it provides functional information without ionizing radiation. Its potential application in lymphoma includes assessment of heterogeneous lesions, characterization of perfused tissue, and potentially identification of viable tissue for image-guided biopsy.

The pediatric safety literature is encouraging. Ntoulia et al. reviewed 57 pediatric-only studies involving 4,518 children and 4,906 intravenous CEUS examinations and reported a generally favorable safety profile, with serious adverse events being uncommon [6]. CEUS

technique and pediatric dosing have also been addressed in dedicated recommendations [7].

However, an important distinction must be made between the established safety and expanding general applications of CEUS in children and its specific validation in pediatric lymphoma. At present, lymphoma-specific pediatric evidence remains limited. Therefore, CEUS should be regarded as an emerging complementary MPUS technique rather than an established lymphoma-specific diagnostic or staging modality.

5. Clinical applications of MPUS

The principal current application of MPUS is characterization of accessible lymph nodes. A higher-suspicion imaging profile may consist of rounded morphology, cortical expansion, loss of hilar architecture, abnormal vascular distribution, increased stiffness, and prominent microvascularity.

Rather than relying on a single parameter, the radiologist can evaluate whether several independent imaging characteristics point toward the same biological process. This approach may improve diagnostic confidence, particularly when conventional morphology is indeterminate.

MPUS may also have an important role in biopsy planning. Histopathological examination remains essential for the diagnosis and classification of lymphoma. Imaging should therefore assist rather than replace tissue sampling.

Gray-scale ultrasound can define lesion morphology and boundaries. Doppler can identify larger vessels and guide the safest needle trajectory. SMI can demonstrate small-vessel patterns, while SWE may help characterize heterogeneous regions according to tissue stiffness. CEUS may potentially identify perfused and therefore viable components within heterogeneous lesions.

This integrated approach could help select the most representative region for biopsy and potentially reduce sampling of necrotic or nonrepresentative tissue.

Ultrasound may also evaluate selected extranodal lesions, particularly superficial or abdominal lesions accessible to sonography. Nevertheless, MPUS cannot provide comprehensive whole-body staging. CT, MRI, and FDG-PET/PET-CT or PET/MRI remain important according to lymphoma subtype and clinical indication [1,2].

During treatment, conventional ultrasound can document changes in lesion size and morphology. Doppler and SMI may provide additional information regarding vascular changes, while SWE and CEUS may potentially detect functional changes. These applications are promising but remain insufficiently validated against established pediatric lymphoma response criteria. Therefore, MPUS should currently be considered a targeted complementary follow-up tool rather than a replacement for established response-assessment imaging.

6. MPUS in the context of multimodal pediatric oncology imaging

The value of MPUS is best understood within a multimodality framework. Each imaging technique provides different information.

Ultrasound offers real-time structural and functional assessment without ionizing radiation. CT provides rapid anatomical information but involves radiation exposure. MRI provides excellent soft-tissue characterization without ionizing radiation but may require longer examinations and, in selected children, sedation. FDG-PET provides metabolic information and has an established role in pediatric lymphoma staging and response assessment [1,2].

The COG/SPR imaging recommendations emphasize that pediatric oncology imaging should be individualized according to the clinical question and the strengths and limitations of each modality [1,2].

Accordingly, MPUS should not be presented as a competitor to PET, CT, or MRI. Its potential role is to provide additional information, particularly for superficial and accessible lesions, while reducing the need for repeated radiation-based examinations when ultrasound can adequately answer the clinical question.

7. Advantages and limitations

MPUS has several potential advantages in pediatric lymphoma. It is radiation-free, repeatable, dynamic, widely available, relatively inexpensive, and capable of combining diagnosis with image-guided intervention. These characteristics are particularly valuable in children who may require multiple examinations during treatment and follow-up.

Nevertheless, several limitations remain. Ultrasound is operator dependent, and measurements may vary between equipment platforms and institutions. Pediatric reference values and diagnostic thresholds are not yet standardized. Inflammatory lymphadenopathy may mimic malignant disease on morphology, Doppler, SWE, and SMI. Deep or anatomically complex lesions may also be difficult to evaluate.

Furthermore, ultrasound cannot determine the histological subtype of lymphoma. Histopathology remains mandatory for definitive diagnosis, while cross-sectional and metabolic imaging remain important for comprehensive staging and response assessment.

These limitations indicate that MPUS should be integrated into a multidisciplinary pediatric oncology pathway rather than used as an isolated diagnostic test.

8. Future perspectives

The next stage of MPUS development should focus on prospective multicenter studies involving sufficiently large pediatric populations. Such studies are necessary to validate combinations of gray-scale morphology, SWE, SMI, Doppler, and CEUS parameters.

Age-specific reference values are particularly important because tissue characteristics and lymph-node morphology may change during childhood. Standardization of acquisition and reporting is also required. SWE studies should clearly specify the ultrasound platform, acquisition technique, region-of-interest placement, number of measurements, and units. Similarly, SMI studies require standardized settings and reproducible methods for assessing vascularity.

Future longitudinal research should investigate whether changes in MPUS parameters correlate with established response criteria, PET findings, histopathological response, relapse, and survival.

Artificial intelligence may also become relevant. Automated analysis of morphology, stiffness, vascularity, and perfusion could potentially integrate multiple biomarkers into reproducible predictive models and reduce interobserver variability.

The ultimate objective should not simply be to increase the number of ultrasound parameters, but to develop a standardized and clinically meaningful examination that improves patient selection, biopsy planning, and individualized follow-up.

9. Proposed Practical MPUS Protocol

A practical MPUS examination for suspected pediatric lymphoma may be performed in the following sequence:

Step 1 — Gray-scale examination

Document node size, shape, cortex, hilum, echogenicity, internal architecture, necrosis, and relationship to adjacent structures.

Step 2 — Doppler

Assess vascular distribution and identify major adjacent vessels.

Step 3 — SMI

Evaluate microvascular density and distribution.

Step 4 — SWE

Obtain multiple measurements from solid tissue, avoiding necrosis and large vessels.

Step 5 — CEUS when clinically indicated

Assess perfusion and identify viable and non-perfused components.

Step 6 — Integrated interpretation

Combine structural, vascular, mechanical, microvascular, and perfusion findings.

Step 7 — Management

Integrate imaging with clinical and laboratory data to determine whether short-interval follow-up, additional imaging, or biopsy is appropriate.

This workflow illustrates the central principle of MPUS: multiple complementary biomarkers should be interpreted together rather than individually.

10. Conclusion

Multiparametric ultrasound represents a promising evolution of conventional ultrasound in pediatric lymphoma. By integrating gray-scale morphology with Doppler, SWE, SMI, and CEUS, MPUS can provide complementary information regarding lymph-node architecture, vascularity, tissue stiffness, microvascularity, and perfusion.

The strongest direct pediatric evidence currently supports the combined use of morphology, SWE, and SMI. The study by Bayramoglu et al. demonstrated promising diagnostic performance in differentiating pediatric lymphoma from acute lymphadenitis and normal lymph nodes [4].

CEUS has a favorable pediatric safety profile and may provide useful information regarding tissue perfusion, although lymphoma-specific pediatric validation remains limited [6,7].

At present, the most realistic role of MPUS is the characterization of accessible lymphadenopathy, support for biopsy planning, assessment of selected extranodal lesions, and targeted local follow-up. MPUS should remain complementary to histopathology and established cross-sectional and metabolic imaging.

With prospective validation, standardized protocols, pediatric reference values, and integration of quantitative biomarkers, MPUS may become an important component of precision imaging in pediatric lymphoma.

Table 2. Main MPUS techniques and potential clinical contribution

Technique	Main information	Potential clinical contribution
Gray-scale US	Morphology and architecture	Initial detection and structural characterization
Doppler	Macrovascularity	Assessment of vascular distribution and biopsy planning
SWE	Tissue stiffness	Complementary characterization of lymph-node tissue
SMI	Microvascular flow	Assessment of microvascular architecture
CEUS	Dynamic perfusion	Assessment of perfused/viable tissue and potential biopsy targeting

REFERENCES

1. Mhlanga J, Alazraki A, Cho SY, Lai H, Nadel H, Pandit-Taskar N, et al. Imaging recommendations in pediatric lymphoma: A COG Diagnostic Imaging Committee/SPR Oncology Committee White Paper. Pediatr Blood Cancer. 2023;70 Suppl 4. doi:10.1002/pbc.29968.
2. Frush DP, Callahan MJ, Coley BD, Nadel HR, Guillerman RP. Comparison of the different imaging modalities used to image pediatric oncology patients: A COG diagnostic imaging committee/SPR oncology committee white paper. Pediatr Blood Cancer. 2023;70 Suppl 4. doi:10.1002/pbc.30298.
3. Cañas T, Suárez O, Rozas I, Escribano M, Albi G, Azorín D, et al. Cervical lymph node characterization using point shear wave elastography in pediatric patients: initial experience. Pediatr Radiol. 2025;55(6):1281-1288. doi:10.1007/s00247-025-06234-1.
4. Bayramoglu Z, Caliskan E, Karakas Z, Karaman S, Tugcu D, Somer A, et al. Diagnostic performances of superb microvascular imaging, shear wave elastography and shape index in pediatric lymph nodes categorization: a comparative study. Br J Radiol. 2018;91(1087):20180129. doi:10.1259/bjr.20180129.
5. Fu Z, Zhang J, Lu Y, Wang S, Mo X, He Y, et al. Clinical applications of superb microvascular imaging in the superficial tissues and organs: a systematic review. Acad Radiol. 2021;28(5):694-703. doi:10.1016/j.acra.2020.03.032.
6. Ntoulia A, Anupindi SA, Back SJ, Didier RA, Hwang M, Johnson AM, et al. Contrast-enhanced ultrasound: a comprehensive review of safety in children. Pediatr Radiol. 2021;51(12):2161-2180. doi:10.1007/s00247-021-05223-4.
7. Hwang M, Back SJ, Didier RA, Lorenz N, Morgan TA, Poznick L, et al. Pediatric contrast-enhanced ultrasound: optimization of techniques and dosing. Pediatr Radiol. 2021;51(12):2147-2160. doi:10.1007/s00247-020-04812-z.

8. Ludwig BJ, Wang J, Nadgir RN, Saito N, Castro-Aragon I, Sakai O. Imaging of cervical lymphadenopathy in children and young adults. AJR Am J Roentgenol. 2012;199(5):1105-1113. doi:10.2214/AJR.12.8629.
9. Riva G, Sensini M, Peradotto F, Scolfaro C, Di Rosa G, Tavormina P. Pediatric neck masses: how clinical and radiological features can drive diagnosis. Eur J Pediatr. 2019;178(4):463-471. doi:10.1007/s00431-019-03325-0.
10. Caliskan E, Ozturk M, Bayramoglu Z, Gunoz Comert R, Adaletli I. Evaluation of parotid glands in healthy children and adolescents using shear wave elastography and superb microvascular imaging. Radiol Med. 2018;123(9):710-718. doi:10.1007/s11547-018-0897-0.

PHYSICAL INACTIVITY AND CUMULATIVE CARDIOVASCULAR RISK-FACTOR BURDEN AMONG PRIMARY HEALTHCARE USERS IN A CENTRAL REGION OF ALBANIA

Aldo Shpuza

Department of Public Health, University of Medicine, Tirana, Albania

Department of Hospital-acquired Infection, University Trauma Hospital, Albania

ABSTRACT

Background: Physical inactivity is an established modifiable cardiovascular risk factor that rarely occurs in isolation. Evidence from other settings suggests that physically inactive individuals tend to accumulate multiple coexisting cardiometabolic risk factors, yet this clustering pattern has not been systematically examined in Albania.

Methods: A cross-sectional study was conducted among 148 adults in Gramsh, Albania. Physical activity was assessed using the Global Physical Activity Questionnaire and dichotomized into sufficient physical activity and physical inactivity. A cumulative cardiovascular risk-factor (CVRF) score was constructed from five binary indicators — current smoking, overweight or obesity, hypertension, diabetes mellitus, and hypercholesterolaemia — and participants were classified into low (0–1), moderate (2–3), and high (≥4) burden categories. Binary logistic regression assessed the association between cumulative burden and physical inactivity, adjusted for age and sex.

Results: Physical inactivity prevalence was 29.1%. The mean cumulative CVRF score was 1.86 ± 1.45. A significant dose-response relationship was observed between cumulative cardiovascular risk-factor burden and physical inactivity (p = .018; trend p = .012), with prevalence rising progressively from 22.4% in the low-burden group to 55.0% in the high-burden group. Participants carrying four or more risk factors had more than four times the odds of physical inactivity compared with those carrying zero or one (crude OR = 4.24, 95% CI [1.48, 12.13], p = .007). Each additional risk factor was associated with a 35% increase in the odds of physical inactivity (crude OR = 1.35, 95% CI [1.05, 1.73], p = .019).

Conclusions: Physical inactivity clustered markedly with higher cumulative cardiovascular risk-factor burden, following a clear dose-response pattern. These findings suggest that physical inactivity should be assessed and addressed within a broader multi-factor cardiovascular risk framework rather than in isolation.

Keywords: physical inactivity; cardiovascular disease; cumulative risk; risk-factor clustering; Albania

CARDIOVASCULAR RISK PROFILE AND SOCIODEMOGRAPHIC CORRELATES OF PHYSICAL INACTIVITY AMONG ADULTS IN TIRANA, ALBANIA

Aldo Shpuza

Department of Public Health, Faculty of Medicine, University of Medicine, Tirana, Albania

Sector of Prevention of Hospital Infections, University Trauma Hospital, Tirana, Albania

ABSTRACT

Background: Physical inactivity is a major modifiable cardiovascular risk factor, yet the sociodemographic and cardiometabolic profile of inactive adults in urban Albania remains insufficiently characterized. This study examined factors associated with physical inactivity among adults in Tirana, Albania.

Methods: A cross-sectional study included 200 adults aged 18 years or older. Physical activity was assessed by face-to-face interview using the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire. Physical inactivity was defined as less than 600 MET-minutes per week. Sociodemographic characteristics, body mass index, smoking, and self-reported cardiometabolic conditions were recorded. Between-group differences were assessed using Pearson chi-square and two-sided Fisher exact tests.

Results: Overall, 30.5% of participants were physically inactive. Inactivity differed significantly by educational attainment ($p=0.013$) and employment status ($p=0.008$), reaching 51.5% among participants with eight or fewer years of education, 48.6% among retired adults, and 40.7% among unemployed adults. Hypertension was significantly more frequent among inactive than sufficiently active participants (55.0% vs 34.1%, $p=0.007$), as was a family history of cardiovascular disease (61.7% vs 34.5%, $p<0.001$). Diabetes (19.7% vs 10.8%) and obesity (29.5% vs 20.1%) were also more frequent among inactive participants, although these differences were not statistically significant.

Conclusion: Physical inactivity in this urban Albanian sample clustered among adults with lower educational attainment, retirees, and unemployed individuals and was associated with a less favorable cardiovascular risk profile. These findings support targeted physical-activity interventions for sociodemographically and clinically vulnerable groups.

Keywords: Physical inactivity; cardiovascular risk; hypertension; sociodemographic factors; GPAQ; Albania

EFFECTIVE PHOSPHATE REMOVAL FROM AQUEOUS ENVIRONMENTS USING BIOCHAR PRODUCED FROM BANANA PEELS

Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL

Faculty of Health Sciences, Uşak University, 64200, Uşak, Turkey

İbrahim BULDUK

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

ABSTRACT

Phosphate accumulation in aquatic environments can accelerate eutrophication and impair water quality. In this study, biochar produced from banana peels was investigated as a waste-derived adsorbent for phosphate removal from aqueous solutions. Batch experiments examined the effects of solution pH, contact time, and initial phosphate concentration, and adsorption behavior was evaluated using kinetic and isotherm models. The highest phosphate removal performance was observed at pH 7.0, and equilibrium was reached within approximately 120 min under the investigated conditions. Statistical comparison favored the pseudo-first-order kinetic model over the pseudo-second-order model. The Langmuir isotherm described the equilibrium data better than the Freundlich model, yielding an estimated maximum adsorption capacity of 104.013 mg/g; the experimentally determined maximum equilibrium capacity was 102.60 mg/g. FTIR spectra obtained before and after adsorption were examined for changes that could support interactions between phosphate species and biochar surface functional groups. The results indicate that banana peel-derived biochar warrants further investigation as a potential adsorbent for phosphate-containing water. The findings are limited to the laboratory conditions examined, and further work is needed to establish adsorption mechanisms and performance in real wastewater matrices.

Keywords: Adsorption, biochar, banana peel, phosphate removal, water treatment

ÖZET

Sucul ortamlarda fosfat birikimi, ötrofikasyonu hızlandırabilir ve su kalitesini olumsuz etkileyebilir. Bu çalışmada, sulu çözeltilerden fosfat giderimi amacıyla atık kaynaklı bir adsorban olarak muz kabuklarından üretilen biyokömür incelenmiştir. Kesikli deneylerde çözelti pH'ının, temas süresinin ve başlangıç fosfat konsantrasyonunun etkileri araştırılmış; adsorpsiyon davranışı kinetik ve izoterm modelleri kullanılarak değerlendirilmiştir. İncelenen koşullar altında en yüksek fosfat giderim performansı pH 7,0'da gözlenmiş ve yaklaşık 120 dakika içinde dengeye ulaşılmıştır. İstatistiksel karşılaştırma, yalancı birinci derece kinetik modelinin yalancı ikinci derece modeline kıyasla daha uygun olduğunu göstermiştir. Langmuir izotermi, denge verilerini Freundlich modelinden daha iyi açıklamış ve tahmini maksimum adsorpsiyon kapasitesi 104,013 mg/g olarak hesaplanmıştır. Deneysel olarak belirlenen maksimum denge adsorpsiyon kapasitesi ise 102,60 mg/g'dır. Fosfat türleri ile biyokömürün yüzey fonksiyonel grupları arasındaki etkileşimleri destekleyebilecek değişimleri belirlemek amacıyla adsorpsiyon öncesinde ve sonrasında elde edilen FTIR spektrumları incelenmiştir. Sonuçlar, muz kabuğundan elde

edilen biyokömürün fosfat içeren suların arıtılmasında potansiyel bir adsorban olarak daha ayrıntılı araştırılmaya değer olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bulgular incelenen laboratuvar koşullarıyla sınırlıdır ve adsorpsiyon mekanizmalarının ve gerçek atık su ortamlarındaki performansın ortaya konulması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, biyokömür, muz kabuğu, fosfat giderimi, su arıtımı

INTRODUCTION

Phosphorus is one of the essential nutrients required to sustain primary production in aquatic ecosystems; however, when released into the environment in excessive amounts, it can become a major water pollution problem. Phosphorus transported into aquatic environments particularly through agricultural drainage, domestic and industrial wastewater, and surface runoff can accelerate the growth of algae and other photosynthetic organisms, thereby triggering or intensifying eutrophication (Carpenter, 2008; Conley et al., 2009; Schindler, 1977). Eutrophication may lead to an increase in algal biomass, reduced light penetration in the water, decreased dissolved oxygen concentrations, and consequently deterioration of the living conditions of aquatic organisms (Carpenter, 2008; Conley et al., 2009). Therefore, limiting the discharge of phosphorus loads into aquatic environments and, in particular, effectively removing biologically available phosphate species from water are considered important environmental engineering challenges for the protection of water quality.

In aqueous systems, phosphorus may occur in dissolved or particulate forms, with orthophosphate species constituting a substantial fraction of dissolved inorganic phosphorus. Depending on the pH of the solution, phosphate can exist as H_3PO_4, $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, and PO_4^{3-} species. Among these species, dissolved orthophosphate is one of the major forms of phosphorus that can be directly utilized by aquatic organisms; therefore, phosphate removal is of particular importance for controlling eutrophication (Ghodszad et al., 2021; Kumar et al., 2019). Since the behavior of phosphorus in aquatic systems is influenced by numerous factors, including pH, ionic composition of the solution, properties of solid surfaces, and coexisting ions, careful consideration of both the treatment method and the properties of the adsorbent to be used for phosphate removal is required (Ghodszad et al., 2021; Zheng et al., 2023).

Various methods, including chemical precipitation, biological phosphorus removal, membrane processes, ion exchange, and adsorption, are used for phosphorus removal from wastewater (Zheng et al., 2023). Although chemical precipitation can provide high removal efficiencies, it may involve operational challenges such as chemical consumption and disposal of the resulting sludge. Membrane processes, despite their high treatment performance, may have disadvantages associated with membrane costs, energy consumption, and membrane fouling (Zheng et al., 2023). Adsorption has attracted considerable attention because it is relatively simple in terms of design and operation, can be applied to different pollutants, generates relatively small amounts of secondary waste, and, when appropriate adsorbents are used, can enable phosphate removal to low concentrations (Kumar et al., 2019; Zheng et al., 2023). However, the economic and environmental feasibility of adsorption largely depends on the cost of the adsorbent, its adsorption capacity, regeneration potential, and performance in real water matrices [8].

In this context, low-cost adsorbents derived from agricultural and industrial biomass wastes have been extensively investigated in recent years as alternatives to conventional adsorbents. In particular, biochar, produced through the thermochemical conversion of

biomass under oxygen-free or oxygen-limited conditions, has become an important material in environmental applications owing to its porous structure, surface functional groups, mineral components, relatively low production cost, and potential for production from various biomass sources (Ahmad et al., 2014; Almanassra et al., 2021). The physicochemical properties of biochar can vary considerably depending on parameters such as the type of feedstock, pyrolysis temperature, heating rate, residence time, and production conditions (Ahmad et al., 2014; Zhou et al., 2017). Accordingly, the adsorption performance of biochar may arise not only from its carbonaceous structure but also from oxygen-containing functional groups, mineral phases, surface charge, and pore structure.

The removal of anionic pollutants such as phosphate by biochar can be more complex than the adsorption of cationic pollutants. One of the main reasons is that the surface of many untreated biochars may become negatively charged under neutral or alkaline pH conditions, potentially resulting in electrostatic repulsion with phosphate anions (Almanassra et al., 2021; Ghodszad et al., 2021). Nevertheless, functional groups such as hydroxyl and carboxyl groups on the biochar surface, as well as mineral components such as Ca, Mg, Fe, and Al and the protonation state of the surface, may promote phosphate adsorption. It has been reported that electrostatic attraction, ion exchange, ligand exchange, surface complexation, and phosphate precipitation with mineral phases may simultaneously contribute to phosphate removal (Almanassra et al., 2021; Ghodszad et al., 2021; Kumari et al., 2025). Because pH affects both phosphate speciation and the charge of the adsorbent surface, it is considered one of the most important operating parameters in phosphate adsorption (Ghodszad et al., 2021; Kumari et al., 2025).

Studies on the phosphate removal performance of biochar have shown that adsorption capacity can vary considerably depending on the feedstock and production conditions. In their comprehensive review of phosphate removal using biochars, Almanassra et al. (2021) reported that most unmodified biochars exhibit relatively limited phosphate adsorption capacity, whereas biochars modified with elements such as Mg, Ca, Al, Fe, and La may show higher affinity toward phosphate. Nevertheless, some unmodified biochars with high mineral contents have also been reported to exhibit considerable phosphate removal performance (Almanassra et al., 2021). More recent studies have further demonstrated that surface functional groups, pH, pyrolysis conditions, and coexisting ions are key factors governing phosphate adsorption (Kumari et al., 2025; Lai et al., 2026). This highlights the importance of investigating not only chemically modified biochars but also unmodified biochars produced from suitable agricultural wastes with favorable mineral contents and surface functional groups.

The utilization of agricultural wastes for biochar production is important not only from the perspective of waste management but also in terms of the circular economy and resource recovery. Converting biomass waste into a value-added adsorbent can simultaneously reduce the environmental burden associated with waste while providing an alternative material for use in water treatment (Ahmed et al., 2016; Awogbemi & Von Kallon, 2023). This approach is particularly relevant for the utilization of agricultural wastes that are generated in large quantities but have limited direct economic value in environmental applications.

Within this context, banana peels are a suitable candidate feedstock for biochar production because they are readily available and generated in substantial quantities as an agricultural/food waste. It has been demonstrated that the surface properties, mineral composition, and functional groups of biochars produced through the thermochemical conversion of banana peels vary depending on pyrolysis conditions (Zhou et al., 2017). In

particular, banana peel-derived biochars have been reported to contain mineral elements such as K, Ca, Mg, and P, and the relative concentrations of these elements may increase in the biochar as a result of thermal treatment (Pradhan et al., 2020). The presence of these mineral components and surface functional groups may contribute to the development of surface properties that play an important role in the retention of anionic species such as phosphate.

Different biosorbents and composite materials have also been investigated for the use of banana peels in phosphate removal. For example, a Ca-biocomposite prepared from banana peel and eggshell was reported to exhibit high performance in phosphate removal, with retention of phosphate in the form of Ca-phosphate species identified as an important mechanism (Ospina-Montoya et al., 2024). In addition, a banana peel-based polyaniline composite has been reported as a potential adsorbent for dihydrogen phosphate removal, with its adsorption behavior being described by the pseudo-second-order kinetic and Langmuir isotherm models (Alotaibi et al., 2023). Nevertheless, systematic evaluation of the phosphate removal performance of an adsorbent obtained by directly converting banana peels into biochar, without advanced chemical modification, remains worthy of investigation, particularly with regard to identifying the conditions under which high adsorption capacities can be achieved. Indeed, the literature emphasizes that the performance of unmodified biochars in phosphate adsorption can vary considerably depending on their surface chemistry and mineral content (Almanassra et al., 2021; Ghodszad et al., 2021; Kumari et al., 2025).

In evaluating the performance of an adsorption process, determination of removal efficiency alone is insufficient; adsorption kinetics and equilibrium behavior should also be elucidated. Kinetic models allow changes in the adsorption rate occurring during the transport and retention of phosphate on the adsorbent surface to be evaluated, whereas isotherm models are used to describe the equilibrium behavior of adsorbent–adsorbate interactions and adsorption capacity (Almanassra et al., 2021; Kumari et al., 2025). In particular, the Langmuir and Freundlich models are widely used to evaluate phosphate–biochar systems. A high degree of agreement with the Langmuir model provides a useful modeling approach for describing a defined adsorption capacity and idealized monolayer retention on active surface sites under the experimental conditions; however, model fit alone should not be regarded as definitive evidence of the adsorption mechanism (Almanassra et al., 2021; Kumari et al., 2025).

Surface characterization techniques are also important for evaluating the adsorption mechanism in greater detail. In particular, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) enables changes in surface functional groups before and after adsorption to be identified and thereby contributes to the interpretation of adsorbent–adsorbate interactions (Almanassra et al., 2021; Kumari et al., 2025). Changes in the positions or intensities of bands corresponding to –OH, C=O, C–O, and similar functional groups following phosphate adsorption may provide supporting evidence that phosphate species interact with the biochar surface. Nevertheless, FTIR findings alone cannot conclusively establish a specific adsorption mechanism; therefore, they should preferably be interpreted together with complementary analyses such as surface charge, mineralogical structure, pHpzc, SEM-EDX, XPS, and desorption studies (Almanassra et al., 2021; Ghodszad et al., 2021; Kumari et al., 2025; Lai et al., 2026).

In this study, the adsorption performance of banana peel-derived biochar for phosphate removal from aqueous solution was investigated. Batch experiments examined the effects of pH, contact time, and initial phosphate concentration. Adsorption kinetics and

equilibrium behavior were evaluated using kinetic and isotherm models, and FTIR spectra before and after adsorption were compared to examine possible changes in surface functional groups. The study evaluates the potential of this waste-derived material for phosphate removal under the investigated laboratory conditions.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals and Preparation of Solutions

Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) was used as the phosphate source. A phosphate stock solution was prepared by dissolving the required amount of KH_2PO_4 in deionized water, and working solutions were prepared by dilution of the stock solution.

The pH of the phosphate solutions was adjusted as required during the experiments. Deionized water was used to prepare the solutions.

Preparation of Banana Peel Biochar

Fresh banana peels were used as the feedstock for biochar production. The peels were washed with tap water and subsequently rinsed with deionized water to remove surface impurities before being dried.

The dried banana peels were ground and subjected to pyrolysis at 600 °C, using a heating rate of 10 °C min^{-1} and a holding time of 30 min. After pyrolysis, the resulting carbonaceous material was cooled to room temperature, ground, and stored in a sealed container until use. The material was designated as banana peel biochar (BPB).

The product obtained in this study was designated as banana peel biochar (BPB).

Characterization of Biochar

Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) was used to characterize the surface functional groups of banana peel biochar before and after phosphate adsorption.

The FTIR spectra obtained before adsorption and after phosphate adsorption were compared to evaluate changes in the functional groups on the biochar surface. In particular, changes in the positions and intensities of characteristic bands corresponding to functional groups such as hydroxyl (–OH), aliphatic C–H, carbonyl (C=O), aromatic C=C, and C–O were examined.

Phosphate Adsorption Experiments

Phosphate adsorption experiments were conducted in batch systems by contacting banana peel biochar with phosphate solutions. The effects of initial solution pH, contact time, and initial phosphate concentration on adsorption performance were investigated.

After contact, the biochar was separated from the aqueous phase and the residual phosphate concentration was determined. The measured concentrations were used to calculate adsorption capacity and phosphate removal efficiency.

All experiments were performed in triplicate, and the results were expressed as the mean ± standard deviation.

Determination of the Effect of pH

To investigate the effect of initial solution pH, adsorption experiments were conducted at different pH values while the other experimental conditions were kept constant.

The initial pH was adjusted by adding an appropriate concentration of HCl or NaOH solution to the phosphate solution. The optimum pH was determined by comparing the phosphate removal efficiencies obtained under the different experimental conditions.

According to the experimental results, the highest phosphate removal efficiency was obtained at pH 7.0, which was therefore selected as the optimum pH for subsequent adsorption experiments.

Effect of Contact Time and Adsorption Kinetics

Experiments were conducted at different contact times to determine the time-dependent behavior of phosphate adsorption. The initial phosphate concentration, biochar amount, solution volume, pH, and other operating conditions were maintained as used in the kinetic experiments.

Solution samples were collected at predetermined time intervals and, after separation from the biochar, the remaining phosphate concentration in the solution was analyzed. The amount of adsorbed phosphate was calculated using the following equation:

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)\,V}{w} \quad (1)$$

Where:

q_t: adsorption capacity at time t (mg g^{-1}),

C_o: initial phosphate concentration (mg L^{-1}),

C_t: phosphate concentration at time t (mg L^{-1}),

V: volume of the phosphate solution (L),

m: amount of biochar used (g).

The adsorption capacity at equilibrium is:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)\,V}{w} \quad (2)$$

The phosphate removal efficiency (%) was calculated using the following equation:

$$Removal\ (\%) = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0}\ 100 \quad (3)$$

The experimental kinetic data were evaluated using the pseudo-first-order (PFO), pseudo-second-order (PSO), and, where appropriate, intraparticle diffusion models.

Pseudo-first-order kinetic model:

$$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t}) \quad (4)$$

The pseudo-second-order kinetic model is expressed as follows:

$$q_t = \frac{q_e^2 k_2 t}{1 + q_e k_2 t} \quad (5)$$

where qe represents the adsorption capacity at equilibrium (mg g^{-1}), and k_2 represents the pseudo-second-order rate constant (g mg^{-1} min^{-1}).

The goodness of fit of the experimental kinetic data was evaluated not only on the basis of the correlation coefficient (R^2) but also, where possible, using error functions.

Determination of Adsorption Equilibrium

Experiments were conducted at different initial phosphate concentrations to determine the equilibrium adsorption behavior of phosphate onto banana peel biochar. The pH, biochar dosage, solution volume, temperature, and equilibrium contact time were kept constant throughout the experiments.

After equilibrium was reached, the remaining phosphate concentration in the solution (Ce) was determined, and the equilibrium adsorption capacity was calculated using the following equation:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)\,V}{w} \quad (6)$$

Where:

q_e: equilibrium adsorption capacity (mg g^{-1}),

C_e: equilibrium concentration (mg L^{-1}),

C_0: initial concentration (mg L^{-1}),

V: solution volume (L),

m: amount of biochar (g).

The experimental equilibrium data were evaluated using the Langmuir and Freundlich isotherm models.

Langmuir Isotherm Model: The following equation was used to evaluate the conformity of phosphate adsorption to the Langmuir isotherm model:

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (7)$$

where q_{max} represents the theoretical maximum adsorption capacity of the biochar (mg g^{-1}), and KL represents the Langmuir adsorption constant (L mg^{-1}).

The maximum adsorption capacity of the biochar toward phosphate was determined using the parameters obtained by applying the Langmuir model to the experimental data.

The Langmuir and Freundlich models were fitted to the experimental equilibrium data, and their performance was compared using R^2 and the selected error criteria. The resulting model parameters are reported in the Results and Discussion section.

Freundlich Isotherm Model: The adsorption equilibrium data were also evaluated using the Freundlich model. The Freundlich isotherm model was expressed using the following equation:

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (8)$$

where KF represents the Freundlich constant associated with adsorption capacity, and 1/n represents the model parameter reflecting adsorption intensity or surface heterogeneity.

The conformity of the Langmuir and Freundlich models to the experimental data was compared using R^2 and appropriate error parameters.

Determination of Phosphate Concentration

Phosphate concentrations were determined using a UV–Vis spectrophotometer (model/manufacturer) based on the molybdenum blue colorimetric method. Prior to analysis, the samples were filtered through a membrane filter with an appropriate pore size to prevent suspended solid particles and adsorbent residues from interfering with the measurements. A calibration curve was prepared using standard phosphate solutions at different concentrations, and a molybdate-based color-developing reagent and reducing reagent were added to the samples under the same conditions as those used for the standards. The absorbance of the resulting molybdenum blue complex was measured at a wavelength of 880 nm using a quartz cuvette with a 1-cm optical path length after the appropriate reaction time. Phosphate concentrations were calculated using the linear calibration equation obtained from the standard solutions, and the results were expressed as mg/L P. All analyses were performed using at least three replicate measurements, and the linear working range, correlation coefficient (R^2), limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ) of the analytical method were evaluated.

Statistical Evaluation of Experimental Data

The results obtained from the experiments were reported as the mean of three replicate experiments and expressed as the mean ± standard deviation. The conformity of the kinetic and isotherm models to the experimental data was evaluated using the correlation coefficient (R^2).

To enable a more reliable comparison of model performance, error functions such as the sum of squared errors (SSE), root mean square error (RMSE), and chi-square (χ^2) were also used where appropriate. The most suitable model was determined by considering both the higher R^2 value and lower error values.

RESULTS AND DISCUSSION

Phosphate Removal Performance of Banana Peel Biochar

The phosphate removal performance of biochar derived from banana peels was evaluated by varying the solution pH, contact time, and initial phosphate concentration. The results obtained from the adsorption experiments demonstrated that banana peel biochar exhibited a considerable adsorption capacity toward phosphate ions. Phosphate removal is thought to be strongly influenced by the interactions between the chemical properties of the adsorbent surface and the distribution of phosphate species in the solution.

The performance of biochars in phosphate adsorption depends on various properties, including surface functional groups, surface charge, mineral composition, and pore structure, as well as the pH of the solution (Carpenter, 2008; Conley et al., 2009; Schindler, 1977). In particular, because phosphate can exist in different protonation states, changes in pH may affect both phosphate speciation and the charge characteristics of the adsorbent surface. Therefore, pH is one of the critical parameters in the evaluation of phosphate adsorption.

According to the results obtained in the present study, the highest phosphate removal performance was achieved at pH 7.0. This finding indicates that banana peel biochar can interact effectively with phosphate ions under neutral conditions. At approximately pH 7.0, phosphate is expected to occur predominantly as $H_2PO_4^-$ and HPO_4^{2-} species in aqueous solution. Accordingly, in addition to electrostatic interactions, oxygen-containing functional groups and mineral components on the biochar surface may contribute to the adsorption behavior.

Previous studies have reported that mineral components such as Ca, Mg, Fe, and Al can play important roles in phosphate adsorption by biochars (Carpenter, 2008; Schindler, 1977). These elements may form surface complexes with phosphate or contribute to its retention in the solution through the formation of more stable mineral phases. However, the FTIR results obtained in the present study support the contribution of surface functional groups to phosphate adsorption, indicating that the adsorption mechanism should not be attributed to a single type of interaction alone.

Effect of Contact Time on Phosphate Adsorption

When the time-dependent variation in phosphate adsorption was examined, adsorption was found to occur more rapidly during the initial stage, followed by a gradual decrease in the adsorption rate with increasing contact time. This behavior is consistent with the two-stage kinetic behavior frequently observed in adsorption processes.

The rapid removal observed during the initial stage of adsorption can be attributed to the presence of a large number of active adsorption sites on the biochar surface that are readily accessible to phosphate ions. As the contact time increases, a substantial proportion of these active sites become occupied by phosphate ions, and the adsorption rate decreases as the number of sites available for adsorption becomes limited. As equilibrium is approached, the adsorption and desorption rates become increasingly similar, and the system reaches an approximately constant adsorption capacity (Conley et al., 2009; Schindler, 1977).

In the present study, adsorption equilibrium was reached within approximately 120 min. The limited change in the amount of adsorbed phosphate after 120 min indicates that the accessible active sites on the biochar surface had become largely occupied. Therefore, 120 min was considered the equilibrium contact time under the experimental conditions investigated.

Determining the equilibrium contact time is important for the practical design of adsorption processes. While insufficient removal at very short contact times may limit treatment performance, unnecessarily prolonged contact times may increase the required process volume and operating costs. Therefore, the 120-min equilibrium contact time represents an important parameter characterizing the kinetic behavior of the adsorption process under the conditions investigated in this study.

Effect of Initial Phosphate Concentration

Increasing the initial phosphate concentration alters the concentration gradient between the adsorbent and adsorbate and, consequently, the driving force available for adsorption. At low initial concentrations, a considerable proportion of the active sites on the biochar surface may remain unoccupied by phosphate ions, whereas increasing the concentration may enhance the mass transfer of phosphate toward the adsorbent surface.

However, as the initial phosphate concentration increases, the increase in adsorption capacity may become limited beyond a certain point due to the progressive occupation of active sites on the biochar surface. This behavior can be attributed to the saturation of the limited number of active sites on the adsorbent surface by phosphate ions.

The effect of initial phosphate concentration on adsorption capacity forms the basis of adsorption isotherm studies. Evaluation of the experimental equilibrium data using the Langmuir and Freundlich models enabled the determination of the equilibrium adsorption capacity of banana peel biochar for phosphate.

Adsorption Kinetics

The experimental kinetic data were evaluated for each model by considering the results of nonlinear regression analyses, the coefficient of determination (R^2), and multiple statistical error functions (SSE, RMSE, χ^2, AIC, and AICc) collectively. The model parameters obtained from these analyses were subsequently summarized for each kinetic model.

Pseudo-First-Order (PFO) Kinetic Model

Nonlinear regression analysis of the pseudo-first-order (PFO) kinetic model yielded a calculated equilibrium adsorption capacity (qe,cal) of 74.171 mg/g and a rate constant (k1) of 0.1118 min^{-1}. The calculated capacity was close to the experimentally determined equilibrium capacity of 74.81 mg/g. The model yielded $R^2 = 0.9874$, SSE = 1.6841, RMSE = 0.5804 mg/g, $\chi^2 = 0.0238$, AIC = −6.03, and AICc = −3.03.

The PFO model provided the better overall statistical fit, particularly in describing the plateau region reported between 60 and 150 min. Its lower error values and higher R^2 indicate a closer overall fit to the experimental kinetic data. These statistical results do not, by themselves, identify the rate-controlling step or establish a specific adsorption mechanism.

Pseudo-Second-Order (PSO) Kinetic Model

The pseudo-second-order (PSO) model yielded a calculated equilibrium adsorption capacity of 76.654 mg/g and a rate constant (k2) of 0.00284 g/(mg min). The model yielded $R^2 = 0.9740$, SSE = 3.4556, RMSE = 0.8313 mg/g, $\chi^2 = 0.0458$, AIC = −0.99, and AICc = 2.01. Although the PSO model described portions of the initial adsorption stage, its overall error values were higher than those of the PFO model.

The AICc difference between the models was 5.04 in favor of the PFO model. Considering R^2 and the reported error criteria collectively, the PFO model provides the more suitable statistical description of the kinetic data among the two models evaluated. Kinetic-model fit alone should not be interpreted as evidence of chemisorption or electron sharing.

Table 1. Kinetic model parameters and error analysis.

Model	Parameter / Error Function	Unit	Value
Experimental Value	qe,exp	mg/g	74.81
Pseudo-First-Order (PFO)	qe,cal	mg/g	74.171
	k1	min-1	0.1118
	R2	—	0.9874
	SSE	$(mg/g)^2$	1.6841
	RMSE	mg/g	0.5804
	X2	—	0.0238
	AIC	—	−6.03
	AICc	—	−3.03
Pseudo-Second-Order (PSO)	qe, cal	mg/g	76.654
	k2	g/(mg min)	0.00284
	R2	—	0.9740
	SSE	$(mg/g)^2$	3.4556
	RMSE	mg/g	0.8313
	X2	—	0.0458
	AIC	—	−0.99
	AICc	—	2.01

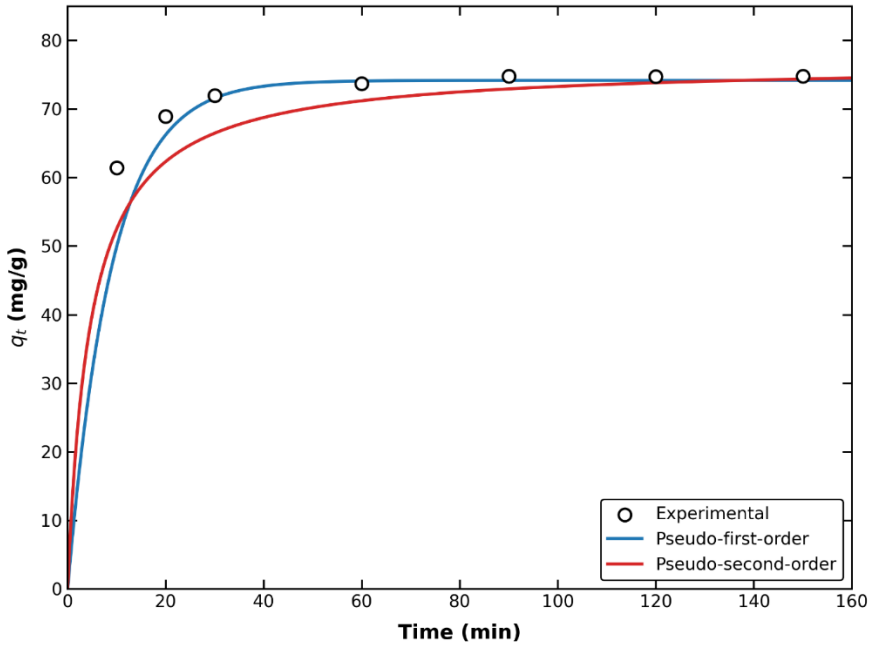


Figure 1. Comparison of experimental kinetic data for phosphate adsorption onto banana peel-derived biochar using the PFO and PSO models.

3.5. Adsorption Isotherms

The experimental isotherm data were evaluated for each isotherm model using nonlinear regression analyses, the coefficient of determination (R^2), and multiple statistical error functions (SSE, RMSE, χ^2, AIC, and AICc), and the resulting model parameters were summarized in detail.

Evaluations of the Isotherm Models

Langmuir Isotherm Model

Nonlinear regression analysis yielded a Langmuir maximum adsorption capacity (qm) of 104.013 mg/g and a Langmuir constant (KL) of 2.5383 L/mg. The experimentally determined maximum equilibrium adsorption capacity was 102.60 mg/g. The Langmuir model yielded R^2 = 0.9873, SSE = 58.085, RMSE = 3.8107 mg/g, χ^2 = 0.8165, AIC = 17.62, and AICc = 31.62. The experimental and model-estimated capacities are distinct parameters and are therefore reported separately.

The Langmuir model described the measured equilibrium data more adequately than the Freundlich model, including the observed approach toward a plateau at higher concentrations. However, a good Langmuir fit does not independently prove that all adsorption sites are energetically equivalent, that the surface is homogeneous, or that adsorption occurs exclusively as a monolayer.

Freundlich Isotherm Model

Nonlinear regression analysis of the Freundlich model yielded KF = 56.221 (mg/g)(L/mg)^(1/n), with 1/n = 0.2119 and n = 4.7194. The model yielded R^2 = 0.8450, SSE = 711.544, RMSE = 13.3374 mg/g, χ^2 = 18.527, AIC = 32.65, and AICc = 46.65.

These statistics indicate a poorer fit to the measured equilibrium data than that obtained with the Langmuir model.

The AICc difference between the Langmuir and Freundlich models was 15.03 in favor of the Langmuir model. Accordingly, the Langmuir model was better supported by the model-comparison criteria applied in this study. This comparison identifies the better-fitting model among those tested; it does not, on its own, establish the underlying adsorption mechanism.

Table 2. Isotherm model parameters and error analysis.

Model	Parameter / Error Function	Unit	Value
Experimental Data	qe,max	mg/g	102.60
Langmuir Model	qm	mg/g	104.013
	KL	L/mg	2.5383
	R2	—	0.9873
	SSE	(mg/g)2	58.085
	RMSE (df = N - p)	mg/g	3.8107
	X2	—	0.8165
	AIC	—	17.62
	AICc	—	31.62
Freundlich Model	KF	(mg/g)(L/mg)1/n	56.221
	1/n	—	0.2119
	n	—	4.7194
	R2	—	0.8450
	SSE	(mg/g)2	711.544
	RMSE (df = N - p)	mg/g	13.3374
	X2	—	18.527
	AIC	—	32.65
	AICc	—	46.65

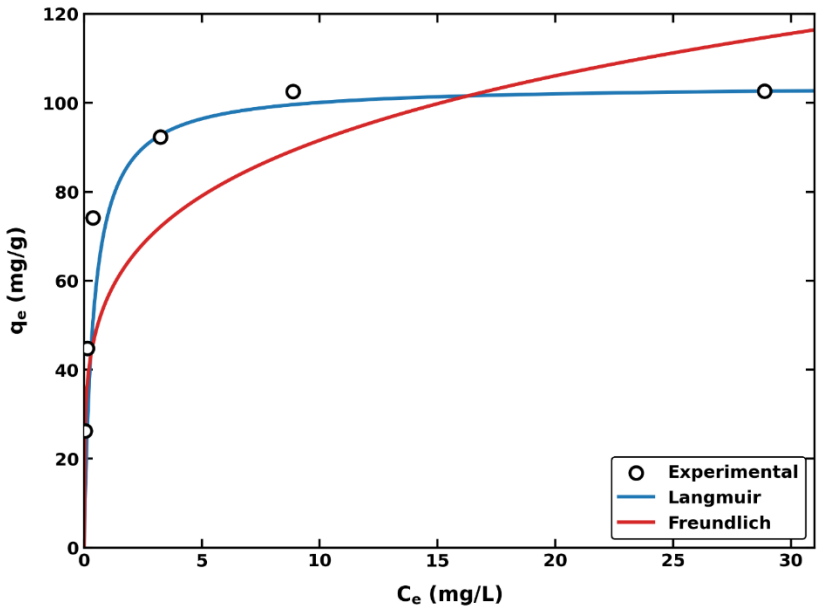


Figure 2. Experimental equilibrium data and fitted Langmuir and Freundlich isotherm models.

3.6. FTIR Analysis and Evaluation of the Adsorption Mechanism

The FTIR spectra of banana peel-derived biochar before and after phosphate adsorption were compared to examine possible changes in surface functional groups. The spectra were considered for differences in the positions and relative intensities of characteristic absorption bands.

Changes in characteristic FTIR bands may provide supporting evidence of interactions between phosphate species and functional groups on the biochar surface. However, assignments to specific functional groups or interactions should be made only where supported by the observed spectra and the corresponding band positions.

FTIR analysis alone cannot conclusively establish a specific adsorption mechanism. Possible contributions from surface functional groups or mineral components require corroboration from complementary evidence, such as surface-charge measurements, mineralogical characterization, pHpzc determination, or XPS analysis. The FTIR results should therefore be interpreted as supporting evidence rather than definitive mechanistic proof.

3.7. Possible Mechanism of Phosphate Adsorption

Phosphate retention by banana peel-derived biochar may involve more than one physicochemical interaction. Surface functional groups may interact with phosphate species, and mineral components originating from the biomass may also contribute. The relative importance of these possible processes cannot be established from the available kinetic, isotherm, and FTIR results alone.

The highest removal performance was observed at pH 7.0, and equilibrium was reached within approximately 120 min under the investigated conditions. These observations describe the behavior of the present system but do not independently identify the surface interactions or transport processes responsible for phosphate retention.

The kinetic data were better described by the PFO model, whereas the equilibrium data were better described by the Langmuir model. These are statistical descriptions of the measured data and should not be used alone to infer chemisorption, homogeneous adsorption sites, or exclusive monolayer coverage.

A more definitive assessment of the adsorption mechanism would require complementary evidence, including surface-charge measurements, pHpzc determination, mineralogical characterization, and preferably XPS analysis. These analyses are beyond what can be concluded from the results reported here.

3.8. Overall Assessment

This study evaluated banana peel-derived biochar for phosphate removal from aqueous solution. The highest removal performance was observed at pH 7.0, and adsorption equilibrium was reached within approximately 120 min under the conditions investigated.

Among the kinetic models evaluated, the PFO model provided the better overall statistical fit. For the equilibrium data, the Langmuir model performed better than the Freundlich model. The Langmuir-estimated maximum adsorption capacity was 104.013 mg/g, while the experimentally determined maximum equilibrium capacity was 102.60 mg/g.

The findings indicate potential for phosphate removal under the laboratory conditions investigated; however, performance in actual wastewater cannot be assumed from these results. Competing ions and dissolved organic matter may affect phosphate retention, and further evaluation in real water matrices, together with regeneration and reuse studies, would be needed before practical application can be assessed.

Using banana peels as a biochar precursor offers a potential route for valorizing biomass waste. The present results provide a basis for further investigation of this material for phosphate removal, while additional characterization and testing are needed to establish its mechanism and practical treatment performance.

REFERENCES

Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S. S., & Ok, Y. S. (2014). Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemosphere*, 99, 19–33. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.071

Almanassra, I. W., McKay, G., Kochkodan, V., Ali Atieh, M., & Al-Ansari, T. (2021). A state of the art review on phosphate removal from water by biochars. *Chemical Engineering Journal*, 409, Article 128211. https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128211

Alotaibi, A. A., Alharbi, A. F., Ibrahim, A. M. H., & Abdel Azeem, S. M. (2023). Polyaniline/banana peel composite: An eco-friendly adsorbent for removal of dihydrogen phosphate from groundwater. *Desalination and Water Treatment*, 297, 189–207. https://doi.org/10.5004/dwt.2023.29633

Carpenter, S. R. (2008). Phosphorus control is critical to mitigating eutrophication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(32), 11039–11040. https://doi.org/10.1073/pnas.0806112105

Conley, D. J., Paerl, H. W., Howarth, R. W., Boesch, D. F., Seitzinger, S. P., Havens, K. E., Lancelot, C., & Likens, G. E. (2009). Controlling eutrophication: Nitrogen and phosphorus. *Science*, 323(5917), 1014–1015. https://doi.org/10.1126/science.1167755

Ghodszad, L., Reyhanitabar, A., Maghsoodi, M. R., Asgari Lajayer, B., & Chang, S. X. (2021). Biochar affects the fate of phosphorus in soil and water: A critical review. *Chemosphere*, 283, Article 131176. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131176

Kumar, P. S., Korving, L., van Loosdrecht, M. C. M., & Witkamp, G. J. (2019). Adsorption as a technology to achieve ultra-low concentrations of phosphate: Research gaps and economic analysis. *Water Research X*, 4, Article 100029. https://doi.org/10.1016/j.wroa.2019.100029

Kumari, S., Dong, Y., & Safferman, S. I. (2025). Phosphorus adsorption and recovery from waste streams using biochar: Review of mechanisms, modifications, and agricultural applications. *Applied Water Science*, 15, Article 162. https://doi.org/10.1007/s13201-025-02523-0

Lai, S., He, S., Mao, S., Luo, Y., Zeng, W., Liu, Z., & Xie, X. (2026). Biochar-based materials for the adsorption of phosphorus: A review. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 38(1), Article 2640701. https://doi.org/10.1080/26395940.2026.2640701

Ospina-Montoya, V., Pérez, S., Muñoz-Saldaña, J., Forgionny, A., Flórez, E., & Acelas, N. (2024). Performance of novel Ca-biocomposites produced from banana peel and eggshell for highly efficient removal and recovery of phosphate from domestic wastewater. *Journal*

of Environmental Management, 352, Article 120029. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120029

Pradhan, S., Abdelaal, A. H., Mroue, K., Al-Ansari, T., Mackey, H. R., & McKay, G. (2020). Biochar from vegetable wastes: Agro-environmental characterization. *Biochar*, 2(4), 439–453. https://doi.org/10.1007/s42773-020-00069-9

Schindler, D. W. (1977). Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Science*, 195(4275), 260–262. https://doi.org/10.1126/science.195.4275.260

Zheng, Y., Wan, Y., Zhang, Y., Huang, J., Yang, Y., Tsang, D. C. W., Wang, H., Chen, H., & Gao, B. (2023). Recovery of phosphorus from wastewater: A review based on current phosphorous removal technologies. *Environmental Science and Ecotechnology*, 14, Article 100244.

Zhou, N., Chen, H., Xi, J., Yao, D., Zhou, Z., Tian, Y., & Lu, X. (2017). Biochars with excellent Pb(II) adsorption property produced from fresh and dehydrated banana peels via hydrothermal carbonization. *Bioresource Technology*, 232, 204–210. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.01.074

ADSORPTION OF BISPHENOL A USING ORANGE PEEL-DERIVED BIOCHAR: KINETIC AND ISOTHERM STUDIES

İbrahim BULDUK

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Afyon Kocatepe University, 03200, Afyonkarahisar, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Erten AKBEL

Faculty of Health Sciences, Uşak University, 64200, Uşak, Turkey

ABSTRACT

Bisphenol A (BPA), an endocrine-disrupting compound, is of environmental concern because of its occurrence in aquatic environments. In this study, the adsorption performance of biochar produced from orange peels (OPB) for BPA removal from aqueous solutions was investigated in batch systems. The effects of pH, initial BPA concentration, adsorbent dosage, and contact time were evaluated. Under the conditions examined, the reported optimum values were pH 7.0, an initial BPA concentration of 30 mg/L, an adsorbent dosage of 0.30 g/L, and a contact time of 120 min. The kinetic data showed a better statistical fit to the pseudo-second-order (PSO) model, whereas the equilibrium capacity calculated using the pseudo-first-order (PFO) model was closer to the experimental value. The equilibrium data were better described by the Langmuir model than by the Freundlich model, and the maximum adsorption capacity calculated from the Langmuir model was 138.001 mg/g. However, the model parameters could not be independently revalidated because the raw data were unavailable. The findings suggest that orange peel-derived biochar may be a potential adsorbent for BPA removal under the conditions investigated.

Keywords: Adsorption, biochar, orange peel, bisphenol A, BPA removal, wastewater

ÖZET

Bir endokrin bozucu bileşik olan bisfenol A (BPA), sucul ortamlarda bulunması nedeniyle çevresel açıdan önem taşımaktadır. Bu çalışmada, portakal kabuklarından üretilen biyokömürün (OPB), sulu çözeltilerden BPA giderimindeki adsorpsiyon performansı kesikli sistemlerde incelenmiştir. pH, başlangıç BPA konsantrasyonu, adsorban dozu ve temas süresinin etkileri değerlendirilmiştir. İncelenen koşullar altında bildirilen optimum değerler; pH 7,0, 30 mg/L başlangıç BPA konsantrasyonu, 0,30 g/L adsorban dozu ve 120 dakika temas süresidir. Kinetik veriler yalancı ikinci derece (PSO) modeline daha iyi uyum gösterirken, yalancı birinci derece (PFO) modeli kullanılarak hesaplanan denge adsorpsiyon kapasitesi deneysel değere daha yakın bulunmuştur. Denge verileri Freundlich modeline kıyasla Langmuir modeliyle daha iyi açıklanmış ve Langmuir modelinden hesaplanan maksimum adsorpsiyon kapasitesi 138,001 mg/g olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, ham veriler mevcut olmadığından model parametreleri bağımsız olarak yeniden doğrulanamamıştır. Bulgular, portakal kabuğundan elde edilen biyokömürün incelenen koşullar altında BPA giderimi için potansiyel bir adsorban olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, biyokömür, portakal kabuğu, bisfenol A, BPA giderimi, atık su

INTRODUCTION

Bisphenol A (BPA; 2,2-bis(4-hydroxyphenyl)propane) is a high-production-volume chemical widely used in the manufacture of polycarbonate plastics, epoxy resins, and various industrial and consumer products (Vandenberg et al., 2007). Owing to its widespread use, BPA can enter the environment through several pathways, including plastic and resin manufacturing processes, industrial discharges, leachate from waste disposal sites, and the use and disposal of BPA-containing products (Vandenberg et al., 2007; Careghini et al., 2015). The detection of BPA in surface water, groundwater, sediments, and wastewater indicates that it is a persistent environmental contaminant whose occurrence is not limited to production and use processes (Careghini et al., 2015). Its widespread presence in aquatic environments has therefore increased the importance of investigating its environmental fate and removal methods (Careghini et al., 2015; Czarny-Krzymińska et al., 2023).

One of the main reasons for the environmental concern associated with BPA is its endocrine-disrupting activity. Experimental and epidemiological studies have reported that BPA can exhibit estrogenic activity and affect the endocrine system (Rochester, 2013; Peretz et al., 2014). Human exposure may occur through food packaging, plastic products, and other consumer goods; indirect exposure may also arise from its presence in the environment (Vandenberg et al., 2007; Rochester, 2013). Evidence that BPA and related bisphenol compounds can exert endocrine and toxicological effects on aquatic organisms makes their control in water resources an important environmental objective (Czarny-Krzymińska et al., 2023). Recent assessments also indicate that some bisphenol derivatives used as BPA substitutes may exhibit similar endocrine activity, highlighting the need to consider this broader group of compounds in environmental assessments (Czarny-Krzymińska et al., 2023).

Several methods have been investigated for removing BPA from aquatic environments, including biological treatment, membrane processes, advanced oxidation processes, coagulation, and adsorption. The applicability of a treatment method depends on factors such as selectivity, energy demand, operating costs, by-product formation, and removal efficiency, particularly when organic contaminants are present at low or trace concentrations. Adsorption is an attractive treatment approach for organic contaminants in water because it can offer relatively simple operation, high removal potential, and the flexibility to use different adsorbents (Renu et al., 2017; Qiu et al., 2022). Activated carbon has traditionally been widely used in water treatment because of its large surface area and developed pore structure. However, the production and regeneration costs of commercial activated carbon have encouraged research into alternative, lower-cost carbon-based adsorbents (Renu et al., 2017).

In this context, biochar derived from biomass and agricultural waste has emerged as an alternative material that can support both waste valorization and the removal of water contaminants (Renu et al., 2017; Qiu et al., 2022; Awogbemi & Von Kallon, 2023). Biochar is a carbon-rich material produced by the thermochemical conversion of biomass under oxygen-limited or oxygen-free conditions. Depending on the feedstock and pyrolysis conditions, its surface area, pore structure, aromaticity, surface functional groups, and surface charge can vary substantially (Qiu et al., 2022; Awogbemi & Von Kallon, 2023). These properties may enable biochar to interact with organic contaminants in aqueous

solutions through several mechanisms, including hydrophobic interactions, hydrogen bonding, π–π interactions, electrostatic interactions, and pore filling (Qiu et al., 2022). Accordingly, biochar adsorption performance depends not only on surface area but also on surface chemistry, pore-size distribution, and the molecular properties of the target contaminant.

Using agricultural and food-processing wastes as feedstocks for biochar production provides additional economic and environmental benefits for adsorption processes. Converting agricultural waste into biochar can help reduce waste-management burdens while enabling the production of low-cost carbon-based adsorbents (Awogbemi & Von Kallon, 2023; Ahmed et al., 2016). In recent years, an increasing number of studies have investigated biochars derived from agricultural residues for the removal of heavy metals, dyes, pesticides, pharmaceuticals, and various organic contaminants (Qiu et al., 2022; Awogbemi & Von Kallon, 2023; Ahmed et al., 2016). This approach is also consistent with circular-economy and resource-recovery principles because it converts waste into a value-added product that can be used in water treatment (Awogbemi & Von Kallon, 2023; Ahmed et al., 2016).

Orange peel is one potential biomass feedstock. Substantial quantities of peel waste are generated during the processing of oranges and other citrus fruits, and valorizing this waste is important for both solid-waste management and efficient resource use (Uloaku et al., 2022). Orange peel contains lignocellulosic components such as cellulose, hemicellulose, pectin, and lignin, which can be advantageous for forming a carbonaceous, functional adsorbent after thermochemical conversion. Biochars derived from orange peel have been shown to be applicable to the removal of different contaminants. For example, orange peel-derived biochar has been reported to be effective for Cu(II) and Pb(II) removal, with the equilibrium data described by the Langmuir model (Adewuyi et al., 2023). Similarly, orange peel biochar has been investigated for phenol removal, and pyrolysis temperature was shown to influence its surface chemistry and adsorption performance (Iqbal et al., 2025). These findings indicate that orange peel can be considered not only a food-processing waste but also a suitable feedstock for producing functional carbon-based materials for water treatment.

Studies of BPA adsorption onto biochars have demonstrated the potential of these materials for BPA removal. For example, a study using magnetic biochar reported that the adsorption data were consistent with the pseudo-second-order kinetic and Langmuir isotherm models; hydrogen bonding and π–π electron donor–acceptor interactions were also proposed to contribute to BPA adsorption (Zhang et al., 2020). In another study using magnetic biochar derived from spruce chips, BPA adsorption was described by the Langmuir isotherm, with a maximum adsorption capacity of 77.4 mg/g (Baldikova et al., 2020). A more recent study investigated BPA removal using banana-peel-derived biochar and reported a Langmuir maximum adsorption capacity of 135.2 mg/g (Din et al., 2025). These findings suggest that biochars produced from different lignocellulosic wastes may have considerable potential for removing aromatic organic contaminants such as BPA.

Adsorption kinetics can be evaluated using models such as the pseudo-first-order (PFO), pseudo-second-order (PSO), and intraparticle-diffusion models. However, a good fit of a kinetic model to experimental data does not, by itself, provide definitive evidence that the adsorption mechanism is physical or chemical. In particular, a successful fit to the PSO model should not automatically be interpreted as proof of chemisorption; mechanistic interpretation should be supported, where available, by surface characterization and other

evidence concerning adsorbent–adsorbate interactions (Zhang et al., 2020; Baldikova et al., 2020; Din et al., 2025).

The Langmuir model is commonly used to evaluate equilibrium data and assumes monolayer adsorption on a surface with equivalent adsorption sites. The Freundlich model is an empirical approach that can describe heterogeneous surfaces with adsorption sites of differing energies. Applying these models to BPA–biochar systems allows comparison of adsorption capacities and equilibrium behavior (Zhang et al., 2020; Baldikova et al., 2020; Din et al., 2025). Nevertheless, a better fit to a particular isotherm model should not be interpreted as definitive evidence of the actual molecular mechanism or surface homogeneity.

In this context, converting orange peel into biochar and evaluating it for BPA removal is relevant both to the removal of an organic contaminant from water and to the valorization of food/agricultural waste into a value-added adsorbent. Although orange peel biochar has been investigated as an adsorbent for various contaminants, its application to BPA removal warrants further evaluation.

In this study, the adsorption performance of orange peel-derived biochar (OPB) for BPA removal from aqueous solutions was investigated in batch systems. The effects of solution pH, initial BPA concentration, adsorbent dosage, and contact time were evaluated, and the experimental data were assessed using kinetic and isotherm models. The aim was to evaluate the potential of OPB for BPA removal under the experimental conditions studied.

RESEARCH AND FINDINGS

Materials and Chemicals

Bisphenol A (BPA; CAS No. 80-05-7, purity ≥99%, product no. 239658) was used as the target contaminant (Sigma-Aldrich). Deionized water was used to prepare the solutions.

Orange peels were used as the adsorbent precursor. After collection, the peels were washed several times with water to remove surface impurities and then prepared for drying.

The washed orange peels were dried at 105 °C until a constant mass was reached. Details regarding grinding and sieving of the dried material were not available in the records and are therefore not specified here.

The prepared orange peel samples were placed in a horizontal tube furnace and pyrolyzed at 600 °C, using a heating rate of 10 °C/min and a holding time of 60 min. A continuous nitrogen (N_2) flow of 1 L/min was applied during pyrolysis to limit contact with oxygen.

Information on whether the product was washed or dried again after pyrolysis was unavailable; these steps have therefore not been included in the method. The resulting material is referred to as orange peel-derived biochar (OPB).

Preparation of BPA Solutions

A BPA stock solution was prepared at a concentration of 1000 mg/L. An appropriate amount of BPA was weighed, dissolved in deionized water, and diluted to a final volume of 1 L. The stock solution was stored in the dark at 4 °C and used to prepare solutions at the required concentrations for the adsorption experiments.

Analysis of BPA Concentration

BPA concentrations in aqueous samples were determined using a high-performance liquid chromatography system equipped with a diode-array detector (HPLC-DAD; Agilent 1260

Infinity II). Separation was performed on a C18 column (250 × 4.6 mm, 5 µm) using acetonitrile and ultrapure water (60:40, v/v) as the mobile phase. The flow rate was 1.0 mL/min, the column temperature was 30 °C, the injection volume was 20 µL, and detection was performed at 228 nm. Calibration curves were constructed using standard BPA solutions in the range of 1–100 mg/L, and sample concentrations were determined using the external calibration curve. Following the adsorption experiments, samples were directly analyzed by HPLC without additional sample preparation.

BPA adsorption experiments were conducted in batch mode. A specified amount of OPB was added to a known volume of BPA solution. Numerical details of the shaking speed and experimental temperature were not available in the records and are therefore not reported.

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)\,V}{w} \quad (1)$$

Here, q_t is the adsorption capacity at time t (mg/g), C_0 is the initial BPA concentration (mg/L), C_t is the BPA concentration at time t (mg/L), V is the volume of the BPA solution (L), and m is the mass of adsorbent (g).

At equilibrium, the adsorption capacity was calculated using:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)\,V}{w} \quad (2)$$

using the following equation.

The BPA removal efficiency was calculated as follows:

$$Removal\ (\%) = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0}\ 100 \quad (3)$$

Here, R is the BPA removal efficiency (%) and C_e is the equilibrium BPA concentration (mg/L).

Effect of Solution pH

Experiments were conducted at different initial pH values to investigate the effect of solution pH on BPA adsorption. BPA solution pH was adjusted using HCl and NaOH solutions; the concentrations were not specified in this preliminary wording.

The pH of the BPA solutions was adjusted using 0.1 M HCl and 0.1 M NaOH solutions.

The pH was varied from 4 to 10 while the other experimental conditions were kept constant. The residual BPA concentration was determined after a specified contact time, and the effects of pH on removal efficiency and adsorption capacity were evaluated. Based on the reported results, pH 7.0 was identified as the optimum pH and was used in subsequent experiments.

Effect of Adsorbent Dosage

Experiments were conducted using different amounts of OPB to investigate the effect of adsorbent dosage on BPA removal. An earlier draft contained an unverified dosage range; this value was not retained.

The adsorbent dosage was varied from 0.10 to 0.60 g/L while the initial BPA concentration and other experimental conditions were kept constant. At the end of each experiment, the residual BPA concentration was determined, and the effects of dosage on removal efficiency and adsorption capacity per unit mass of adsorbent were evaluated.

An OPB dosage of 0.30 g/L was identified as the selected optimum dosage.

Effect of Contact Time

To investigate adsorption kinetics, OPB was brought into contact with BPA solution for different periods. Experiments were conducted over a contact-time range of 0–120 min, and the residual BPA concentration was determined at each time point.

BPA concentrations in the collected samples were analyzed, and q_t values were calculated for each contact time. Changes in adsorption capacity over time were evaluated to determine the time required to approach equilibrium.

The reported experimental results indicated that a contact time of 120 min was sufficient for BPA adsorption. This duration was used in the equilibrium isotherm experiments.

Effect of Initial BPA Concentration

Experiments were conducted at different initial BPA concentrations to investigate their effect on adsorption behavior. The OPB dosage, pH, and contact time were kept constant during these experiments.

The effects of initial concentration on q_e and the percentage of BPA removal were evaluated. The C_e–q_e data obtained from the equilibrium experiments were used to assess suitable isotherm models.

Adsorption Kinetics

The kinetics of BPA adsorption onto OPB were evaluated using the pseudo-first-order (PFO), pseudo-second-order (PSO), and intraparticle-diffusion (IPD) models.

Pseudo-First-Order Model

The pseudo-first-order kinetic model, also known as the Lagergren model, is expressed by the following equation:

$$q_t = q_e(1 - e^{-k_1 t})$$

Here, q_e and q_t are the adsorption capacities at equilibrium and at time t, respectively (mg/g); k_1 is the pseudo-first-order rate constant (min^{-1}); and t is the contact time (min).

Pseudo-Second-Order Model

The pseudo-second-order kinetic model is expressed as:

$$q_t = \frac{q_e^2 k_2 t}{1 + q_e k_2 t}$$

by the following equation.

Here, k_2 is the pseudo-second-order rate constant (g mg^{-1} min^{-1}).

Kinetic model performance was evaluated not only using the coefficient of determination but also by comparing experimental and model-calculated q_e values and error functions.

The better fit of the PSO model to the experimental data was not considered, by itself, sufficient evidence that the adsorption mechanism was chemical. Mechanistic conclusions require additional supporting evidence.

Adsorption Isotherms

The equilibrium adsorption behavior of BPA on OPB was investigated using the Langmuir and Freundlich isotherm models.

Langmuir Isotherm Model

The Langmuir isotherm model is expressed by the following nonlinear equation:

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

Here, q_{max} is the maximum monolayer adsorption capacity (mg/g), K^L is the Langmuir equilibrium constant (L/mg), and C_e is the equilibrium BPA concentration (mg/L).

Freundlich Isotherm Model

The Freundlich model is expressed as:

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

by the following equation.

Here, K^f is a constant related to the Freundlich adsorption capacity, and 1/n is a model parameter associated with adsorption intensity and surface heterogeneity.

Experimental isotherm data were compared using different models, and model performance was evaluated using statistical criteria such as R^2, RMSE, SSE, and χ^2. The model with the better overall statistical fit was considered to describe the data more adequately within the range studied.

Statistical Analysis

The experimental results were reported as the mean of three parallel experiments and expressed as mean ± standard deviation. Kinetic and isotherm models were fitted using nonlinear regression, and model performance was evaluated using statistical criteria.

To support a more reliable comparison of model performance, error functions such as the sum of squared errors (SSE), root mean square error (RMSE), and chi-square (χ^2) were considered where applicable. The Akaike information criterion (AIC) and corrected Akaike information criterion (AICc) were also used for model comparison.

RESULTS AND DISCUSSION

Effect of Adsorption Conditions on BPA Removal

The performance of orange peel-derived biochar (OPB) for BPA removal from aqueous solution was evaluated in terms of solution pH, initial BPA concentration, adsorbent dosage, and contact time.

The reported optimum conditions for BPA adsorption onto OPB were pH 7.0, an initial BPA concentration of 30 mg/L, an adsorbent dosage of 0.30 g/L, and a contact time of 120 min.

Effect of Solution pH

Solution pH is an important parameter in adsorption because it can affect both the ionization state of BPA in aqueous solution and the surface-charge properties of OPB. The pKa of BPA and the surface chemistry of the biochar may influence interactions between the adsorbate and adsorbent.

Experiments conducted at different pH values in the OPB–BPA system indicated that adsorption performance varied with pH. Based on the reported results, pH 7.0 was identified as the optimum value.

The identification of pH 7.0 as the optimum condition suggests that, under neutral conditions, interactions between BPA molecules and suitable adsorption sites on the OPB surface may be favorable. Possible contributions include hydrophobic interactions, hydrogen bonding, and π–π interactions; however, these mechanisms were not directly confirmed in this study.

The effect of pH should not be explained solely by electrostatic interactions. BPA ionization, OPB surface charge, surface functional groups, and other adsorbent–adsorbate interactions may all contribute. In the absence of surface-characterization data, a definitive mechanistic interpretation is not possible.

Effect of Adsorbent Dosage on BPA Adsorption

Increasing the adsorbent dosage can increase the total available surface area and the number of active adsorption sites for BPA in solution. Therefore, adsorbent dosage is an important parameter affecting removal efficiency and adsorption capacity per unit mass.

The effect of OPB dosage on BPA removal was investigated using different amounts of adsorbent. The available manuscript identifies 0.30 g/L as the optimum dosage; however, numerical removal efficiencies for each dosage were not available for independent verification.

An OPB dosage of 0.30 g/L was identified as the optimum adsorbent dosage. A separate removal percentage or adsorption-capacity value for this condition could not be established from the information available in the manuscript.

The selection of 0.30 g/L as the optimum dosage suggests a balance between BPA removal and the amount of adsorbent used under the conditions investigated. The effect of higher dosages should be interpreted with reference to the original experimental measurements.

Effect of Initial BPA Concentration

Initial BPA concentration is an important parameter because it affects the driving force for mass transfer and the extent to which active sites on the adsorbent surface become occupied.

The adsorption behavior of OPB at different initial BPA concentrations was examined. Changes in initial concentration may affect both the equilibrium adsorption capacity and the percentage removal; however, the available manuscript does not provide sufficient numerical results to independently verify the detailed trend.

An increase in initial concentration may increase the amount of BPA adsorbed per unit mass of adsorbent because of the greater mass-transfer driving force. However, the number of available adsorption sites is limited, and the removal percentage may not necessarily increase in parallel. These interpretations should be confirmed against the original experimental data.

Effect of Contact Time and Adsorption Kinetics

The effect of contact time on BPA adsorption was investigated to determine the adsorption rate and the time required to approach equilibrium. Adsorption capacity typically increases rapidly at the beginning of the process and changes more slowly as equilibrium is approached.

The reported results indicate that BPA adsorption occurred more rapidly during the initial stage and that changes in adsorption capacity decreased at longer contact times.

The equilibrium adsorption capacity at a contact time of 120 min was reported as 99.00 mg/g. This result suggests that the available adsorption sites on the OPB surface were utilized by BPA molecules over the course of the experiment.

Kinetic Modeling

Experimental kinetic data for BPA removal from aqueous solutions using OPB were evaluated by nonlinear regression and statistical error functions (SSE, RMSE, χ^2, AIC, and AICc).

Evaluation of Kinetic Models

Pseudo-First-Order (PFO) Kinetic Model:

The equilibrium adsorption capacity calculated using the PFO model was q_e,cal = 97.783 mg/g, and the rate constant was k_1 = 0.05917 min^{-1}. This capacity is close to the reported experimental equilibrium capacity of 99.00 mg/g. However, the error criteria indicate that the PFO model described the experimental data less effectively than the PSO model (SSE = 475.92; RMSE = 9.756 mg/g; χ^2 = 9.891; AIC = 33.54; AICc = 36.54). Model selection should not be based on a single statistical criterion or on an assumed adsorption mechanism.

Pseudo-Second-Order (PSO) Kinetic Model:

Nonlinear optimization using the PSO model yielded q_e,cal = 106.496 mg/g, k_2 = 0.000844 g/(mg·min), and an initial adsorption rate of h = 9.575 mg/(g·min). The error criteria were SSE = 94.32, RMSE = 4.343 mg/g, χ^2 = 1.537, AIC = 22.21, and AICc = 25.21. These values support a better fit of the PSO model than the PFO model in the current analysis. Nevertheless, a better fit to the PSO model alone cannot be interpreted as proof of chemisorption or of a specific rate-limiting step.

Table 1. Kinetic model parameters and error-analysis results for BPA adsorption

Kinetic Model	Parameter / Error Function	Value	Unit
Experimental Data	q_e,exp	99,00	mg/g
Pseudo-First-Order (PFO)	q_e,cal	97,783	mg/g
	k_1	0,05917	min^{-1}
	R^2	0,9884	—
	SSE	475,92	$(mg/g)^2$
	RMSE	9,756	mg/g
	χ^2	9,891	—
	AIC	33,54	—
	AICc	36,54	—
Pseudo-Second-Order (PSO)	q_e,cal	106,496	mg/g
	k_2	0,000844	g/(mg·min)
	R^2	0,9986	—
	SSE	94,32	$(mg/g)^2$
	RMSE	4,343	mg/g
	χ^2	1,537	—
	AIC	22,21	—
	AICc	25,21	—

Note: q_e,exp denotes the experimental equilibrium adsorption capacity; q_e,cal denotes the equilibrium capacity calculated by the model; k_1 and k_2 are rate constants; SSE is the sum of squared errors; RMSE is the root mean square error; χ^2 is the chi-square statistic; AIC is the Akaike information criterion; and AICc is the corrected Akaike information criterion. Lower error values indicate a better fit with respect to the corresponding criterion.

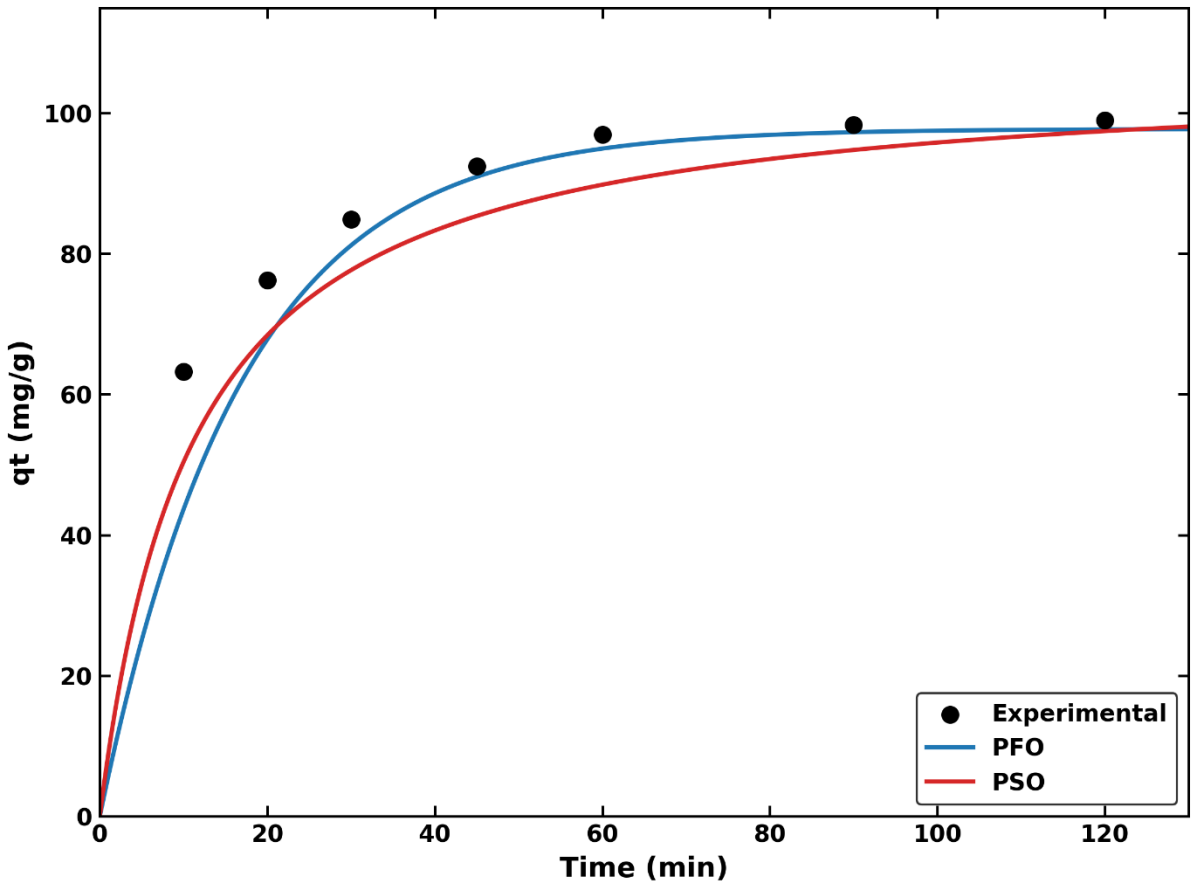


Figure 1. Comparison of experimental data with the pseudo-first-order (PFO) and pseudo-second-order (PSO) models for BPA adsorption kinetics.

In the figure, black markers represent the experimental adsorption capacity (q_t), the blue line represents the PFO model, and the red line represents the PSO model. The curves provide a visual comparison of the increase in adsorption capacity over contact time and the fit of the models to the experimental data. Numerical model-fit results are presented in Table 1.

Adsorption Isotherms

Experimental isotherm data were evaluated using nonlinear regression. Model fits were compared using the coefficient of determination (R^2) and error/comparison criteria, including SSE, RMSE, χ^2, AIC, and AICc.

Evaluation of Isotherm Models

Langmuir Isotherm Model:

Nonlinear regression using the Langmuir isotherm model yielded a maximum adsorption capacity of q_{max} = 138.001 mg/g and a Langmuir equilibrium constant of K^L = 2.4985 L/mg. The experimental maximum capacity reported in the existing manuscript is 137.07 mg/g; however, the agreement between this value and the model parameter could not be independently verified because the raw isotherm data were unavailable. The reported model statistics were R^2 = 0.9803, SSE = 1430.46, RMSE = 18.911 mg/g, and AICc = 40.86. The Freundlich model had an AICc value of 43.13, giving ΔAICc = 2.27. These reported criteria suggest a better fit for the Langmuir model, although this should not be treated as definitive evidence of the adsorption mechanism.

Freundlich Isotherm Model:

The reported Freundlich parameters were K^f = 82.905 (mg/g)(L/mg)^(1/n), n = 4.575, and 1/n = 0.2186. The model statistics were R^2 = 0.8235, SSE = 2090.66, RMSE = 22.862 mg/g, and AICc = 43.13. These error criteria indicate a weaker fit than that of the Langmuir model. The Freundlich parameters alone do not definitively establish the thermodynamic properties or mechanism of adsorption. The model parameters could not be recalculated because the raw data were unavailable.

Table 2. Isotherm model parameters and error-analysis results for BPA adsorption

Isotherm Model	Parameter / Error Metric	Value	Unit
Experimental Data	q_e,max (reported)	137,07	mg/g
Langmuir	q_m	138,001	mg/g
	K_L	2,4985	L/mg
	R^2	0,9803	—
	SSE	1430,46	$(mg/g)^2$
	RMSE (df = N − p)	18,911	mg/g
	X^2	25,072	—
	AIC	36,86	—
	AICc	40,86	—

Freundlich	K_F	82,905	$(mg/g)(L/mg)^{1/n}$
	1/n	0,2186	—
	n	4,575	—
	R^2	0,8235	—
	SSE	2090,66	$(mg/g)^2$
	RMSE (df = N − p)	22,862	mg/g
	X^2	14,185	—
	AIC	39,13	—
	AICc	43,13	—
	ΔAICc	2,27	—

Note: q_m denotes the maximum adsorption capacity in the Langmuir model; K^L is the Langmuir constant; K^f is the Freundlich constant; n and 1/n are Freundlich model parameters; R^2 is the coefficient of determination; SSE, RMSE, and χ^2 are error criteria; and AIC and AICc are information criteria. The reported experimental q_e,max value is taken from the existing manuscript and could not be independently verified against raw data. ΔAICc denotes the difference between AICc values.

CONCLUSION

This study evaluated the performance of orange peel-derived biochar (OPB) for BPA removal. The optimum conditions reported in the existing manuscript were pH 7.0, an initial BPA concentration of 30 mg/L, an OPB dosage of 0.30 g/L, and a contact time of 120 min.

The kinetic analysis showed that the PSO model provided a better fit to the experimental data, indicating that it described the time-dependent adsorption behavior more effectively within the analysis performed. However, this result is not sufficient to classify the adsorption mechanism directly as chemisorption.

The better statistical fit of the Langmuir model compared with the Freundlich model, together with the calculated maximum adsorption capacity of 138.001 mg/g, supports the potential of OPB for BPA removal under the conditions investigated. Nevertheless, this capacity could not be independently verified because the raw data were unavailable.

Overall, the reported findings suggest that orange peel-derived biochar may be a potential adsorbent for removing BPA from aqueous solutions. Further studies should examine real wastewater matrices, competing contaminants, adsorbent regeneration and reuse, continuous-flow systems, and process economics before the laboratory-scale adsorption capacity and optimum conditions can be directly extrapolated to practical wastewater-treatment applications.

REFERENCES

1. Adewuyi, A., et al. (2023). Synthesis, characterization, and biosorption of Cu^{2+} and Pb^{2+} ions from an aqueous solution using biochar derived from orange peels. Molecules, 28, 7050. https://doi.org/10.3390/molecules28207050

2. Ahmed, M. B., Zhou, J. L., Ngo, H. H., Guo, W., & Chen, M. (2016). Progress in the preparation and application of modified biochar for improved contaminant removal from water and wastewater. Bioresource Technology, 214, 836–851.

3. Awogbemi, O., & Von Kallon, D. V. (2023). Progress in agricultural waste derived biochar as adsorbents for wastewater treatment. Applied Surface Science Advances, 18, 100518. https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2023.100518

4. Baldikova, E., Pospiskova, K., & Safarik, I. (2020). Removal of Bisphenol A Using Magnetically Responsive Spruce Chip Biochar. Chemical Engineering & Technology, 43(1), 168–171. https://doi.org/10.1002/ceat.201800616

5. Careghini, A., Mastorgio, A. F., Saponaro, S., & Sezenna, E. (2015). Bisphenol A, nonylphenols, benzophenones, and benzotriazoles in soils, groundwater, surface water, sediments, and food: A review. Environmental Science and Pollution Research, 22, 5711–5741. https://doi.org/10.1007/s11356-014-3974-5

6. Czarny-Krzymińska, K., Krawczyk, B., & Szczukocki, D. (2023). Bisphenol A and its substitutes in the aquatic environment: Occurrence and toxicity assessment. Chemosphere, 315, 137763. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137763

7. Din, S. U., Ngueagn, P. T., Al-Ahmary, K. M., AlMohamadi, H., Al-Mhyawi, S. R., Elamin, N. Y., et al. (2025). Adsorption of Bisphenol-A by banana biochar: kinetic, isotherms and thermodynamics. Scientific Reports. https://doi.org/10.1038/s41598-025-17557-2

8. Iqbal, M., Hina, K., Ghani, U., & Ibrahim, M. (2025). Phenol adsorption onto orange peel biochar from aqueous solution: Isotherm study. Soil & Environment, 44(1), 18–27. https://doi.org/10.25252/SE/2025/253522

9. Peretz, J., Vrooman, L., Ricke, W. A., Hunt, P. A., Ehrlich, S., Hauser, R., et al. (2014). Bisphenol A and reproductive health: Update of experimental and human evidence, 2007–2013. Environmental Health Perspectives, 122(8), 775–786. https://doi.org/10.1289/ehp.1307728

10. Qiu, M., Liu, L., Ling, Q., Cai, Y., Yu, S., Wang, S., Fu, D., Hu, B., & Wang, X. (2022). Biochar for the removal of contaminants from soil and water: A review. Biochar, 4, 19. https://doi.org/10.1007/s42773-022-00146-1

11. Renu, Agarwal, M., & Singh, K. (2017). Heavy metal removal from wastewater using various adsorbents: A review. Journal of Water Reuse and Desalination, 7(4), 387–419.

12. Rochester, J. R. (2013). Bisphenol A and human health: A review of the literature. Reproductive Toxicology, 42, 132–155. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.08.008

13. Uloaku, M.-I., Abbey, S. J., Ifelebuegu, A. O., & Eyo, E. U. (2022). Modified orange peel waste as a sustainable material for the adsorption of contaminants.

14. Vandenberg, L. N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., & Welshons, W. V. (2007). Human exposure to bisphenol A (BPA). Reproductive Toxicology, 24(2), 139–177. https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.07.010

15. Zhang, Y., et al. (2020). Adsorption Characteristics and Mechanism of Bisphenol A by Magnetic Biochar. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(3), 1075. https://doi.org/10.3390/ijerph17031075

CİMNASTİK YAPAN KIZ ÇOCUKLARININ KUADRİSEPS KASI VİSKOELASTİK ÖZELLİKLERİ VE POSTÜRAL KONTROLLERİNİN YAŞ EŞLEŞTİRMELİ SEDANTER ÇOCUKLARLA KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF QUADRICEPS MUSCLE VISCOELASTIC PROPERTIES AND POSTURAL CONTROL IN FEMALE GYMNASTS WITH AGE-MATCHED SEDENTARY CHILDREN

Sevim Burcu ALAC

Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Kas İskelet Fizyoterapisi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Ankara, Türkiye

ORCID NO: 0009-0007-4591-3777

Sibel BOZGEYİK-BAĞDATLI

Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Kas İskelet Fizyoterapisi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Ankara, Türkiye

ORCID NO: 0000-0003-4156-6900

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, düzenli cimnastik eğitimi alan kız çocukları ile yaş eşleştirmeli sedanter akranlarının kuadriseps femoris kası viskoelastik özellikleri ile bilateral statik postüral stabilite parametrelerini karşılaştırmaktır.

Yöntem: Çalışmaya 8–13 yaş aralığında 43 cimnastikçi (yaş: 10±1 yıl, BKİ: 16,15±2,03 kg/m²) ve 43 sedanter (yaş: 10±2 yıl, BKİ: 18,00±2,71 kg/m²) olmak üzere toplam 86 kız çocuk dahil edildi. Katılımcıların bilateral rektus femoris (RF), vastus medialis obliquus (VMO) ve vastus lateralis (VL) kaslarının viskoelastik özellikleri (tonus/frekans, rijitlik, dekrement, relaksasyon süresi, creep) MyotonPRO cihazı ile; gözler açık ve kapalı bilateral ayakta duruş postüral stabilite parametreleri ise K-Plate kuvvet platformu ile değerlendirildi. Verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Bulgular: Gruplar arası karşılaştırmada; dominant RF tonusu (p=0,041), rijitliği (p=0,003) ve relaksasyon süresi (p=0,043) ile non-dominant RF elastisite dekrementi (p=0,023) açısından anlamlı fark bulundu. Dominant VMO tonusu (p=0,033) ve rijitliği (p=0,004); non-dominant VMO tonusu (p<0,001), rijitliği (p<0,001) ve relaksasyon süresi (p=0,002); dominant VL rijitliği (p=0,013) ve relaksasyon süresi (p=0.043) cimnastikçiler lehine anlamlı farklılık gösterdi. Postüral stabilite analizinde, hem gözler açık hem de gözler kapalı durumlarda cimnastikçilerin AP ve ML yer değiştirme, salınım alanı (sway area), AP hız, ML hız ve COP hız değerleri sedanter gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşüktü (tümü için p<0,05). Ayak yük dağılımı ve elips alanı asimetri yüzdesinde ise gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

Sonuç: Düzenli cimnastik antrenmanları, kuadriseps kasının mekanik ve viskoelastik adaptasyonunu artırmakta; görsel girdiden bağımsız olarak statik postüral kontrol ve denge performansını belirgin düzeyde geliştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cimnastik, MyotonPRO, viskoelastisite, kas rijitliği, postüral denge.

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to compare the viscoelastic properties of the quadriceps femoris muscle and bilateral static postural stability between young female gymnasts and age-matched sedentary peers.

Methods: A total of 86 girls aged 8–13 years, comprising 43 gymnasts (age: 10±1 years, BMI: 16.15±2.03 kg/m²) and 43 sedentary controls (age: 10±2 years, BMI: 18.00±2.71 kg/m²), were evaluated. Viscoelastic parameters (tone/frequency, stiffness, decrement, relaxation time, creep) of the bilateral rectus femoris (RF), vastus medialis obliquus (VMO), and vastus lateralis (VL) were measured using the MyotonPRO device. Bilateral standing postural stability (eyes open and eyes closed) was assessed using the K-Plate force platform. Group comparisons were analyzed using the Mann-Whitney U test.

Results: Significant differences were found in dominant RF tone ($p=0.041$), stiffness ($p=0.003$), and relaxation time ($p=0.043$), as well as non-dominant RF decrement ($p=0.023$). Gymnasts demonstrated significantly higher values in dominant VMO tone ($p=0.033$) and stiffness ($p=0.004$); non-dominant VMO tone ($p<0.001$), stiffness ($p<0.001$), and relaxation time ($p=0.002$); and dominant VL stiffness ($p=0.013$) and relaxation time ($p=0.043$). In postural stability tests, gymnasts exhibited significantly lower anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) displacement, sway area, AP velocity, ML velocity, and center of pressure (COP) velocity under both eyes-open and eyes-closed conditions compared to sedentary peers (all $p<0.05$). No significant intergroup differences were observed in plantar weight distribution percentages or ellipse area asymmetry ($p>0.05$).

Conclusion: Long-term gymnastics training enhances the mechanical stiffness and viscoelastic properties of the quadriceps femoris muscle and significantly improves static postural control and balance performance independent of visual feedback in pediatric populations.

Keywords: Gymnastics, MyotonPRO, viscoelasticity, muscle stiffness, postural stability.

SAĞLIKLI BİREYLERDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASININ ALT EKSTREMİTE DİNAMİK DENGE ÜZERİNDEKİ AKUT ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ACUTE EFFECTS OF VIRTUAL REALITY EXPOSURE ON LOWER EXTREMITY DYNAMIC BALANCE IN HEALTHY INDIVIDUALS

Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Ayhan ORAL

ORCID: 0000-0001-8618-9817

Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

Yüksek Lisans Öğrencisi, Mert Can ŞAHİN

ORCID: 0009-0001-0974-6437

Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Tezli Yüksek Lisans Programı, Kırıkkale, Türkiye

ÖZET

Giriş: Günümüzde denge terapilerinde sanal gerçeklik gözlükleri sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak üç boyutlu görsel ortamın postüral dengeyi anlık olarak nasıl değiştirdiğini gösteren yeterli ölçüm verisi henüz yoktur. Düz ekran videolarıyla kıyaslandığında, sanal derinliğin motor kontrolü tam olarak ne yönde etkilediği netlik kazanmış değildir.

Amaç: Genç yetişkinlerde üç boyutlu (3D) sanal derinlik illüzyonunun dinamik denge sınırlarını anlık olarak nasıl etkilediğini incelemektir.

Yöntem: Çalışma, 18-30 yaş arasında (24 kadın, 24 erkek) toplam 48 sağlıklı kişiyle yapıldı. Katılımcılar kura yöntemiyle Sanal Gerçeklik, Video ve Kontrol olmak üzere 16'şar kişilik (8 kadın, 8 erkek) üç gruba ayrıldı. Denge performansları Y-Denge Testi ile ölçüldü. Testler; bazal durum, gözlük takılı an ve cihaz çıkarıldıktan sonraki toparlanma evresi olmak üzere üç aşamada gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro-Wilk ile denendi. Gruplar arası farklar İki Yönlü Karışık ANOVA ile incelenip Bonferroni testiyle detaylandırıldı ($p < 0.05$).

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması 20.8 ± 1.2 yıl olarak hesaplandı. Gözlük takılı durumdayken Sanal Gerçeklik grubunun Y-Denge skoru %84.2 ± 5.1 olarak kaydedildi. Bu skor, Video (%91.6 ± 4.8) ve Kontrol (%92.4 ± 3.5) gruplarına göre istatistiksel olarak belirgin şekilde düşük bulundu ($p = 0.001$). Gözlük çıkarıldıktan sonraki toparlanma aşamasında ise tüm grupların skorları başlangıç değerlerine geri döndü ($p > 0.05$).

Sonuç: Üç boyutlu sanal gerçeklik donanımlarının sağladığı yapay derinlik algısının, standart iki boyutlu (2D) video ve doğal çevre şartlarına kıyasla postüral dengeyi anlık olarak zorlaştırdığı bulundu. Y-Denge Testinde saptanan bu veriler ışığında, sanal gerçeklik uygulamalarının duyusal-motor entegrasyonu doğrudan yönlendirebilen güçlü bir klinik değerlendirme ve eğitim zemini sunduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Sanal gerçeklik, Postüral denge, Dinamik stabilite, Y-Denge Testi.

ABSTRACT

Introduction: Virtual reality headsets are frequently preferred in balance therapies today. However, sufficient measurement data showing how this three-dimensional visual environment instantaneously alters postural balance is not yet available. Compared to flat-screen videos, the exact direction in which virtual depth affects motor control has not yet gained clarity.

Objective: To investigate how the three-dimensional (3D) virtual depth illusion acutely affects dynamic balance limits in young adults.

Methods: The study was conducted with a total of 48 healthy individuals (24 females, 24 males) aged between 18-30 years. Participants were divided into three groups of 16 (8 females, 8 males) as Virtual Reality, Video, and Control using simple randomization. Balance performances were measured with the Y-Balance Test. The tests were carried out in three stages: baseline state, while the headset was worn, and the recovery phase after the device was removed. The normality of the data distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. Between-group differences were analyzed using Two-Way Mixed ANOVA and detailed with the Bonferroni test ($p < 0.05$).

Results: The mean age of the participants was calculated as 20.8 ± 1.2 years. While wearing the headset, the Y-Balance score of the Virtual Reality group was recorded as 84.2% ± 5.1. This score was found to be statistically significantly lower compared to the Video (91.6% ± 4.8%) and Control (92.4% ± 3.5%) groups ($p = 0.001$). In the recovery phase after the headset was removed, the scores of all groups returned to their baseline values ($p > 0.05$).

Conclusion: It was found that the artificial depth perception provided by three-dimensional virtual reality hardware acutely complicates postural balance compared to standard two-dimensional (2D) video and natural environmental conditions. In light of these data obtained in the Y-Balance Test, it was determined that virtual reality applications offer a strong clinical evaluation and training platform capable of directly guiding sensorimotor integration.

Keywords: Virtual reality, Postural balance, Dynamic stability, Y-Balance Test.

GİRİŞ

Postüral kontrol ve dinamik denge, görsel, vestibüler ve somatosensöryel sistemlerin merkezi sinir sisteminde senkronize çalışmasıyla sağlanan karmaşık bir motor beceridir (Çelik & Yılmaz, 2021). Günlük yaşam aktivitelerinin güvenle sürdürülebilmesi ve düşmelerin önlenebilmesi için bu sistemlerin bir uyum içinde çalışması esastır. Bu kapsamda, denge bozukluklarının değerlendirilmesi ve rehabilitasyonu, fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniklerinde kritik bir yer tutmaktadır. Klinikte hastaların motor becerilerini yeniden kazanmasını sağlamak ve postüral stabiliteyi artırmak amacıyla, geleneksel denge egzersizlerinin yanı sıra son yıllarda teknolojik tabanlı yeni yaklaşımlardan sıklıkla yararlanılmaktadır.

Bu doğrultuda, sanal gerçeklik teknolojilerindeki ilerlemeler fizyoterapi ve rehabilitasyon pratiklerine yenilikçi bir boyut kazandırmıştır. Klasik yöntemlerin sınırlarını aşan bu

sistemler, hastaya özelleştirilmiş ve yoğun duyusal girdiler sunarak alternatif tedavi protokollerinin önünü açmaktadır (Özden & Karaman, 2023).

Teknolojik entegrasyonun hızına rağmen, sanal ortamların postüral stabilite üzerindeki akut etkilerine dair klinik veriler kısıtlıdır. Üç boyutlu görsel dünyanın motor kontrolü ve dengeyi anlık olarak nasıl değiştirdiğini kanıtlayan nicel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Garcia & Patel, 2025). Standart iki boyutlu (2D) düz ekranlarla karşılaştırıldığında, 3D başlıkların yarattığı sanal derinliğin mekanik stabilizasyonu hangi yönde etkilediği tartışmalı bir konudur. Bilhassa görsel çakışma (sensory conflict) mekanizmaları üzerinden sanal derinlik ile ayak bileği reseptörlerinden gelen somatosensöryel veriler arasındaki uyumsuzluğun denge reaksiyonlarını anlık olarak nasıl şekillendirdiği netleştirilmelidir (Kim, Lee, & Park, 2022).

Bu çalışmanın amacı, genç yetişkin bireylerde 3D sanal derinlik illüzyonunun alt ekstremite dinamik denge sınırları üzerindeki akut etkilerini incelemektir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Kesitsel ve randomize kontrollü olarak tasarlanan araştırmaya, 18-30 yaş aralığında, denge bütünlüğünü etkileyebilecek nörolojik, vestibüler ya da ortopedik bir patolojisi bulunmayan 48 sağlıklı birey (24 kadın, 24 erkek) dâhil edilmiştir. Homojenliği sağlamak adına katılımcılar basit randomizasyon (kura) yöntemiyle 16'şar kişilik (8 kadın, 8 erkek) Sanal Gerçeklik, Video ve Kontrol grupları olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Görsel manipülasyonun yarattığı spesifik etkiyi izole etmek amacıyla metodoloji, 2D video referansı ve doğal dış ortam koşullarıyla sistematik bir kıyaslama içerecek şekilde kurgulanmıştır.

Alt ekstremite dinamik postüral kontrolünün değerlendirilmesinde, alanın altın standart ölçüm yöntemlerinden olan Y-Denge Testi (Y-Balance Test) kullanılmıştır (Smith & Davis, 2020). Müdahale protokolü kapsamında; Sanal Gerçeklik grubundaki katılımcılara başlığa entegre edilmiş baş üstü ekran aracılığıyla 3D sanal ortam sunulmuş ve bireylerin bu sarmalayıcı sanal ortam içerisinde 5 dakika süreyle aktif olarak vakit geçirmesi sağlanmıştır. Video grubundaki katılımcılara ise aynı içerik 2D düz ekran projeksiyonu üzerinden 5 dakika boyunca izletilmiştir. Kontrol grubu ise test prosedürünü standart laboratuvar ve doğal ortam koşullarında tamamlamıştır. Test süreci her bir birey için üç ardışık fazda yürütülmüştür:

1. **Bazal Durum:** Herhangi bir görsel uyaran veya cihaz olmaksızın katılımcıların başlangıç Y-Denge Testi skorları kaydedilmiştir.

2. **Müdahale Anı:** Gruplara özgü görsel manipülasyon (Sanal Gerçeklik grubunda 3D sarmalayıcı ortamda 5 dakika aktif vakit geçirme, Video grubunda 2D projeksiyon izleme) uygulanırken eş zamanlı olarak dinamik denge ölçümleri alınmıştır.

3. **Toparlanma Evresi:** Görsel cihazlar ve uyaranlar tamamen ortadan kaldırıldıktan hemen sonra, katılımcıların denge performanslarının başlangıç normlarına dönüp dönmediğini saptamak amacıyla Y-Denge Testi son kontrol ölçümleri tekrarlanmıştır.

Toplanan sayısal veriler SPSS yazılımı ile analiz edilmiştir. Dağılım normalliği Shapiro-Wilk testi ile doğrulanmıştır. Ölçüm zamanları ve deney grupları arasındaki etkileşimleri çözümlemek için İki Yönlü Karışık ANOVA (Two-Way Mixed ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arası anlamlılık kaynağının tespitinde Bonferroni post-hoc testinden yararlanılmış ve tip-1 hata düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Çalışma grubunun yaş ortalaması 20.8 ± 1.2 yıl olarak tespit edilmiştir. Müdahale fazında (görsel uyaran aktifken) elde edilen alt ekstremite dinamik denge verilerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p = 0.001$). Analizler, Sanal Gerçeklik grubunda belirgin bir denge kaybı yaşandığını göstermiştir. Gözlüğün çıkarıldıktan sonraki toparlanma evresinde ise test edilen tüm grupların Y-Denge skorlarının bazal ölçümlerine geri döndüğü ve aralarında anlamlı bir fark kalmadığı doğrulanmıştır ($p > 0.05$).

Tablo 1. Katılımcıların Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Y-Denge Testi Skorlarının Gruplara Göre Karşılaştırılması

	Uygulama öncesi			**P değeri**	**Uygulama sonrası**			**P değeri**
	Sanal gerçeklik (n=16)	**Video (n=16)**	**Kontrol (n=16)**		**Sanal gerçeklik (n=16)**	**Video (n=16)**	**Kontrol (n=16)**	
Y-denge skoru	93,2 ± 4,1	92,8 ± 3,9	93,1 ± 3,6	0.942	84,2 ± 5,1[a]	91,6 ± 4,8[b]	92,4 ± 3,5[b]	0,001

Not: İki Yönlü Karışık ANOVA sonuçlarını yansıtmaktadır. $p < 0.05$ anlamlılık düzeyini gösterir. SS: Standart Sapma. [a] [b] Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Gözlük takılı durumdayken Sanal Gerçeklik grubunun ortalama skoru %84.2 ± 5.1 seviyesine gerilemiştir. Video (%91.6 ± 4.8) ve Kontrol (%92.4 ± 3.5) gruplarındaki stabilitenin aksine, bu düşüş istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlıdır ($p = 0.001$). Gözlüğün çıkarılmasını takip eden toparlanma evresinde ise postüral kontrol adaptasyonunun son derece hızlı gerçekleştiği saptanmıştır. Bu aşamadaki analizler, test edilen tüm grupların Y-Denge skorlarının bazal ölçümlerine geri döndüğünü doğrulamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 2. Ölçüm Zamanlarına Göre Y-Denge Skorlarındaki Değişim (Bazal ve Toparlanma Evreleri)

Gruplar	**Bazal Durum (n)**	**Bazal Durum (Ort. % ± SS)**	**Toparlanma Evresi (n)**	**Toparlanma Evresi (Ort. % ± SS)**	**p değeri**
Sanal Gerçeklik	16	93.2 ± 4.1	16	92.5 ± 4.3	> 0.05

Gruplar	Bazal Durum (n)	Bazal Durum (Ort. % ± SS)	Toparlanma Evresi (n)	Toparlanma Evresi (Ort. % ± SS)	p değeri
Video	16	92.8 ± 3.9	16	92.4 ± 3.7	> 0.05
Kontrol	16	93.1 ± 3.6	16	93.0 ± 3.4	> 0.05

Not: İki Yönlü Karışık ANOVA analizine göre zaman temel etkisi sonuçlarıdır. Tablo, grupların müdahale sonrası başlangıç değerlerine dönüşünü göstermektedir (p > 0.05). Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma.

SONUÇ

Bu araştırma, 3D sanal gerçeklik sistemlerinin genç ve sağlıklı popülasyonda dinamik postüral stabiliteyi akut bağlamda zorlaştırdığı bulunmuştur. Gözlük takılı fazda, Sanal Gerçeklik grubunun (%84.2 ± 5.1) diğer gruplara oranla belirgin bir Y-Denge skoru kaybı yaşaması (p = 0.001), görsel derinlik illüzyonunun somatosensörsel ve vestibüler sistem arasındaki duyusal entegrasyonu geçici olarak baskıladığını baskıladığına işaret etmektedir (Akdoğan ve ark., 2021).

İki boyutlu ekranlar çevresel görsel girdiyi stabilize ederken; 3D sanal gerçeklik, derinlik algısı yoluyla propriyoseptif veriler ile vestibüler yanıtlar arasında anlık bir uyuşmazlık (sensory conflict) doğurmaktadır (Kim, Lee, & Park, 2022). Katılımcıların gözleri sanal bir mekanik değişkenlik algılarken ayak tabanındaki reseptörlerin sabit bir zemin bildirmesi, motor düzeltme stratejilerinde gecikmeye yol açmıştır. Öte yandan, toparlanma evresine geçildiğinde tüm grupların Y-Denge skorlarının başlangıç normlarına geri dönmesi (p > 0.05), santral sinir sisteminin dış ortam kalibrasyonunu saniyeler içerisinde gerçekleştirebildiğini göstermektedir (Chen, Wang, & Zhang, 2024). Bu bulgu, sanal gerçekliğin kalıcı bir motor yetersizlik oluşturmaktan ziyade, motor kontrol sistemine yönelik geçici ve sınırlı bir akut sensorimotor stres faktörü olarak işlev gördüğüne işaret etmektedir.

Araştırma bulguları, üç boyutlu sanal gerçeklik donanımlarının sağladığı yapay derinlik algısının, standart 2D video ve doğal çevre şartlarına kıyasla postüral dengeyi anlık formda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde zorlaştırdığını göstermektedir. Bu durum, görsel derinlik değişimlerinin motor kontrol mekanizmaları üzerinde yarattığı akut adaptasyon yükünü açıklar niteliktedir. Y-Denge Testi aracılığıyla standardize edilen bu sonuçlar ışığında, sanal gerçeklik uygulamalarının duyusal-motor entegrasyonu doğrudan yönlendirebilen güçlü bir klinik değerlendirme ve eğitim zemini sunduğu düşünülmektedir. Güvenli bir zeminde hastanın stabilite sınırlarını provoke edebilen bu teknolojilerin, uzun dönemli (kronik) vestibüler veya proprioseptif rehabilitasyon süreçlerine yansımalarının gelecekteki klinik çalışmalarla araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Akdoğan, E., ve ark. (2021). Sanal gerçeklik uygulamalarının alt ekstremite propriosepsiyonu ve dinamik denge üzerindeki akut etkileri. *Fizyoterapi Rehabilitasyon Dergisi*, 32(3), 145-154.

Chen, L., Wang, Y., & Zhang, H. (2024). Acute neuromuscular adaptation and external environment recalibration following virtual reality immersion. *Journal of Biomechanics and Motor Control*, 58(2), 112-120.

Çelik, M., & Yılmaz, A. (2021). Postüral kontrol ve denge mekanizmaları: Güncel yaklaşımlar. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 15(2), 88-96.

Garcia, R., & Patel, K. (2025). Clinical implications of three-dimensional visual environments on postural stability: A systematic review. *Physical Therapy Reviews*, 30(1), 45-59.

Kim, S., Lee, & Park, D. (2022). Sensory conflict and postural sway during virtual reality exposure in healthy adults. *Gait & Posture*, 91, 203-209.

Özden, F., & Karaman, T. (2023). Fizyoterapi ve rehabilitasyonda teknolojik tabanlı yenilikçi yaklaşımlar. *Rehabilitasyon Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 34-42.

Smith, J., & Davis, M. (2020). Standardization and clinical utility of the Y-Balance Test in dynamic postural control assessments. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(4), 412-420.

10 HAFTALIK REKREASYONEL YOGA EGZERSİZİNİN YAŞLI KADINLARIN ALT VE ÜST EKSTREMİTE ESNEKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ: DENEYSEL ARAŞTIRMA

THE EFFECTS OF YOGA EXERCISES ON LOWER AND UPPER LIMB FLEXİBİLİTY IN OLDER ADULT WOMEN: AN EXPERIMENTAL STUDY

Dr. Öğr. Üyesi Cemal POLAT

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fiziksel Aktivite Ve Sağlık,

Orcid:0000-0002-5946-5297

ÖZET

Esneklik, yaşlı bireylerde eklem hareket açıklığını ve dengesini koruyarak düşme riskini azaltır ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı artırır. **Amaç:** Bu araştırma, rekreasyonel yoga egzersizinin (RYE) yaşlı kadınlarda alt ve üst ekstremite esnekliği üzerine etkilerini ve beden okuryazarlığı (BOY) ile ilişkisini incelemeyi amaçlamıştır.**Yöntem:** Araştırma, tek grup ön test-son test deseninde (1x2) gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara kolayda örnekleme yoluyla ulaşıldı ve analizler 35 yaşlı kadın ile tamamlandı (Yaş medyanı: 68.0 yıl, SS: 5.07; VKİ medyanı: 23.60 kg/m², SS: 3.25). Veriler, BOY ölçeği, Otur-Eriş ve Sırt Kaşıma Testi ile toplandı. Verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov testiyle değerlendirildi. Uygulamanın etkisi Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edildi ve istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<.05$ olarak kabul edildi. Esneklik ve BOY değişkenleri arasındaki ilişki Spearman Sıra Korelasyon Analizi ile, etki büyüklüğü ise Cohen's d katsayısı kullanılarak incelendi.**Bulgular:** Sol üst ekstremite (sırt) esnekliği, sağ üst ekstremite esnekliği ve BOY değişkenlerinde ön test ve son test sıra ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($Z = -3.157$, $p = .002$; $Z = -4.121$, $p= .001$ ve $Z = -2.283$, $p = .022$). Sağ ve sol üst ekstremite esneklik değişimleri arasında, sol üst ekstremite esneklik değişimi ile BOY değişimi arasında ve alt ekstremite esneklik değişimi ile BOY değişimi arasında istatistiksel olarak sırasıyla pozitif yönlü, çok zayıf ve anlamlı olmayan bir ilişki görülmüştür (rho = .121, p = .488; rho = .033, p = .850; rho = .049, p = .850). Sağ üst ekstremite esneklik değişimi ile BOY değişimi arasında negatif yönlü, çok zayıf ve anlamlı olmayan bir ilişki izlenmiştir (rho = -.044, p = .800).

Sonuçlar: Sonuçlar, yaşlı kadınlara uygulanan RYE'nin üst ekstremite esnekliğini ve BOY artırmada etkili bir müdahale olduğunu göstermektedir. Buna karşın, esneklikteki gelişmeler ile BOY değişimi arasındaki ilişkilerin anlamlı düzeyde olmaması, RYE'nin fiziksel kazanımları ile bilişsel bileşenlerinin farklı mekanizmaları ve uzun dönem uygulama süreçleriyle ilgili olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Yaşam kalitesi, Geriatri, Yoga

ABSTRACT

Flexibility reduces the risk of falls in older adults by maintaining joint range of motion and balance, and enhances independence in activities of daily living. **Objective:** This study aimed to examine the effects of recreational yoga exercise (RYE) on lower and upper

extremity flexibility in older women and its relationship with body literacy (BL). **Method:** The study was conducted using a single-group pretest-posttest design (1x2). Participants were recruited through convenience sampling, and the analysis was completed with 35 older women (median age: 68.0 years, SD: 5.07; median BMI: 23.60 kg/m², SD: 3.25). Data were collected using the BL scale,Sit-Reach and the Back-Scratch Test. The distribution of the data was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. The effect of the intervention was analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank Test, and a p-value of <.05 was considered statistically significant. The relationship between the flexibility and BOY variables was examined using Spearman's rank correlation analysis, and the effect size was assessed using Cohen's d coefficient. **Findings:** A statistically significant increase was detected in the pre-test and post-test rank means for left upper extremity flexibility, right upper extremity flexibility, and body literacy variables (Z = -3.157, p = .002; Z = -4.121, p = .001 and Z = -2.283, p = .022). A statistically significant positive correlation, very weak and not significant, was observed between changes in right and left upper extremity flexibility, between changes in left upper extremity flexibility and changes in BL, and between changes in lower extremity flexibility and changes in BL, respectively (rho = .121, p = .488; rho = .033, p = .850; rho = .049, p = .850). A negative, very weak, and non-significant correlation was observed between changes in upper extremity flexibility and changes in BL (rho = -.044, p = .800). **Conclusions:** The results show that RYE applied to elderly women is an effective intervention in increasing upper extremity flexibility and BL. However, the lack of a significant correlation between improvements in flexibility and changes in BL suggests that the physical gains and cognitive components of RYE may be related to different mechanisms and long-term application processes.

Keywords: Quality of life, Geriatrics, Yoga

GENÇ YETİŞKİNLERDE İKLİM KAYGISININ RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: NİTEL BİR ARAŞTIRMA

THE EFFECTS OF CLIMATE ANXIETY ON MENTAL HEALTH IN YOUNG ADULTS: A QUALITATIVE STUDY

Öğr. Gör. Dr. Kamile ÖNER

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, genç yetişkinlerin iklim kaygısını nasıl deneyimlediklerini ve bu kaygının ruh sağlıkları üzerindeki etkilerini derinlemesine incelemektir.

Yöntem: Araştırma, fenomenolojik desende nitel bir tasarımda yürütülmüştür. Örneklemi 18–35 yaş aralığındaki 35 genç yetişkin birey oluşturmuştur. Katılımcıların 24'ü kadın, 11'i erkek olup, 17'si ön lisans, 12'si lisans ve 6'sı lisansüstü eğitim düzeyindedir. Açık uçlu sorulardan elde edilen veriler tematik analiz yaklaşımıyla değerlendirilmiştir.

Bulgular: Katılımcıların 30'u (%85,7) iklim değişikliğini kendileri açısından önemli (n=18) ve çok önemli (n=12) bir sorun olarak değerlendirmiştir. Buna karşılık yalnızca 5 katılımcının (%14,3) daha önce çevre/iklim ile ilgili bir etkinlik veya gönüllü çalışmaya katıldığı belirlenmiştir. Katılımcı ifadelerinin ön değerlendirmesinde: iklim değişikliğinin çoğunlukla geleceğe ve yaşamın sürdürülebilirliğine yönelik bir tehdit olarak algılandığı belirlenmiştir. Katılımcıların yoğun olarak konuyla ilgili kaygı/endişe, üzüntü, korku ve karamsarlık gibi olumsuz duygular hissettiklerini ve durumun geleceğe ilişkin düşüncelerini çoğunlukla olumsuz yönde etkileyerek kaygı ve belirsizlik yarattığı saptanmıştır. İklim değişikliğinin özellikle su-gıda kaynakları, yaşam koşulları ve sağlık konularında endişelere yol açması katılımcılar üzerinde kaygı/endişe, umutsuzluk, stres gibi ruhsal yansımalara yol açmaktadır. Bazı katılımcıların günlük yaşamlarında su ve enerji tasarrufu ile geri dönüşüm gibi çevreye duyarlı davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Bununla birlikte iklim kaygısıyla baş etmede çevre dostu bireysel davranışların öne çıktığı, buna karşın bazı katılımcıların herhangi bir baş etme yöntemi kullanmadığı görülmüştür.

Sonuç: Bulgular, iklim değişikliğinin katılımcılarda geleceğe yönelik belirsizlik ve kaygı oluşturduğunu, olumsuz ruhsal yansımalarla ilişkili olduğunu ve bazı katılımcıların çevreye duyarlı bireysel davranışlar sergilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim kaygısı, genç yetişkin, ruh sağlığı, baş etme, nitel araştırma

ABSTRACT

Aim: This study aimed to explore in depth how young adults experience climate anxiety and its effects on their mental health.

Methods: The study was conducted using a qualitative research design with a phenomenological approach. The sample consisted of 35 young adults aged 18–35 years. Of the participants, 24 were women and 11 were men; 17 had an associate degree, 12 had a

bachelor's degree, and 6 had a postgraduate degree. Data obtained from open-ended questions were analyzed using thematic analysis.

Results: Thirty participants (85.7%) considered climate change to be an important (n = 18) or very important (n = 12) issue for themselves. In contrast, only 5 participants (14.3%) were found to have previously participated in an environmental/climate-related activity or volunteer work. The preliminary evaluation of the participants' statements revealed that climate change was predominantly perceived as a threat to the future and the sustainability of life. It was determined that the participants intensely experienced negative emotions such as anxiety/concern, sadness, fear, and pessimism regarding the issue, and that this situation mostly affected their thoughts about the future negatively, creating anxiety and uncertainty. Concerns related to climate change, particularly regarding water and food resources, living conditions, and health, resulted in psychological reflections such as anxiety/concern, hopelessness, and stress among the participants. Some participants were observed to engage in environmentally responsible behaviors in their daily lives, such as conserving water and energy and recycling. Furthermore, environmentally friendly individual behaviors were found to be prominent in coping with climate anxiety, whereas some participants did not use any coping method.

Conclusion: The findings indicate that climate change creates uncertainty and anxiety about the future among the participants, is associated with negative psychological impacts, and that some participants engage in environmentally responsible individual behaviors.

Keywords: Climate anxiety, young adults, mental health, coping, qualitative research

ALEXITHYMIA, GRIEF RESPONSES, AND ADDICTION SEVERITY IN INPATIENTS WITH ALCOHOL AND PSYCHOACTIVE SUBSTANCE USE DISORDERS: A CROSS-SECTIONAL STUDY

Dr. Öğr. Üyesi Mehtap SARIOĞLU

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Psikiyatri Ana Bilim Dalı

Araş. Gör. Sümeyye ŞİMŞEK

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı

ABSTRACT

This cross-sectional study examined the associations among alexithymia, grief responses, and addiction severity in individuals receiving inpatient treatment for alcohol and psychoactive substance use disorders. A total of 161 participants who met the inclusion criteria completed the Toronto Alexithymia Scale (TAS-20), the Grief Scale, and the Addiction Profile Index (API). Group differences were examined using independent-samples t tests and one-way analyses of variance, associations among variables were assessed using Pearson correlations, and explanatory patterns were evaluated with multiple linear regression analyses. As a secondary exploratory step, a bootstrap-based cross-sectional indirect-effect analysis with 5,000 resamples was used to examine whether grief responses statistically accounted for part of the association between alexithymia and addiction severity. The findings indicated that addiction severity differed more consistently by marital status and substance type than by other sociodemographic characteristics. Addiction severity showed a moderate positive association with grief and a weak positive association with alexithymia, whereas grief and alexithymia were positively associated with one another. In the primary regression model, grief remained significantly associated with addiction severity, whereas alexithymia was no longer a significant independent correlate when both variables were entered simultaneously. In the adjusted model, this pattern remained stable after available demographic and clinical covariates were entered. Overall, the findings suggest that grief responses may be more strongly related to addiction severity than alexithymia in this inpatient sample and may account for part of their cross-sectional association. However, the results should be interpreted cautiously given the cross-sectional design, reliance on self-report measures, limited explanatory scope of the model, single-site sampling, and the conceptual and clinical heterogeneity of the sample.

Keywords: alexithymia; grief responses; addiction severity; substance use disorder; emotional regulation; cross-sectional study

Introduction

Alexithymia refers to a pattern of emotional functioning characterised by difficulties identifying and describing feelings, limited imaginative activity, and a tendency toward externally oriented thinking (Sifneos, 1973; Taylor & Bagby, 2005). Over time, the construct has come to be understood as a clinically relevant dimension of emotional processing associated with broader difficulties in affect awareness and regulation (Bagby et al., 2020; Taylor & Bagby, 2005). Individuals with elevated alexithymia often struggle to interpret internal emotional states, differentiate emotions from bodily arousal, and

communicate affective experiences effectively. These difficulties may increase vulnerability to maladaptive coping responses when distress intensifies.

Such difficulties are particularly relevant in the context of substance use disorders. Addiction is widely understood not only as a condition involving compulsive substance seeking and use, but also as a disorder shaped by interacting neurobiological, psychological, and social processes (American Psychiatric Association [APA], 2013; Koob & Schulkin, 2019). Evidence further indicates that people with substance use disorders frequently experience marked difficulties in emotion regulation (Stellern et al., 2023). From this perspective, substance use may function, at least in part, as an attempt to modulate poorly understood, poorly tolerated, or insufficiently verbalised emotional states. This broader framework has increased interest in alexithymia as one clinically relevant correlate of addiction-related severity.

Previous research supports such an association, although the magnitude and interpretation of the relationship require caution. Reviews and empirical studies have suggested that alexithymia is common in alcohol- and substance-related disorders and may be associated with craving, emotional dysregulation, and poorer clinical functioning (Thorberg et al., 2009; Thorberg et al., 2011). More recent work has emphasised that alexithymia is relevant not because it operates as a single explanatory cause, but because it may contribute to broader problems in emotion regulation, avoidance, and maladaptive coping (Preece et al., 2022). Likewise, meta-analytic evidence suggests that the association between alexithymia and psychoactive substance use is statistically significant but generally modest (Kun et al., 2023). Thus, alexithymia may be meaningfully related to addiction severity without being sufficient on its own to explain the complexity of addictive behaviour.

Another clinically important construct in this context is grief. Grief encompasses emotional, cognitive, and behavioural responses to significant loss, including sadness, longing, emptiness, helplessness, and difficulties in adaptation. Although many grief responses fall within the range of normative human adjustment, some individuals experience persistent and impairing grief-related distress. In such cases, grief may become more difficult to process and may interact with pre-existing vulnerabilities in emotional functioning. Existing evidence suggests that grief-related difficulties may also be relevant in substance use settings. A systematic review by Parisi et al. (2019) reported a positive relationship between complicated grief and substance misuse, while Caparrós and Masferrer (2021) showed that grief complications and maladaptive coping may be intertwined in individuals with substance use disorders. Accordingly, grief responses may be considered a clinically relevant correlate of addiction severity rather than a clearly established causal determinant.

Alexithymia and grief responses may also be connected at both conceptual and empirical levels. Individuals who have difficulty identifying and expressing emotions may also have more difficulty processing the affective complexity of loss. Grief often requires the recognition, toleration, and integration of painful internal states; when these capacities are reduced, grief-related distress may be experienced as more confusing, prolonged, or overwhelming. This suggests that emotional awareness deficits may be relevant not only to general distress, but also to the way loss-related experiences are processed and expressed. Empirically, Nakao et al. (2005) reported that higher alexithymia was associated with stronger grief reactions in bereaved women, further supporting a possible link between emotional awareness deficits and bereavement-related distress.

Although alexithymia, grief responses, and addiction-related outcomes have each been examined in prior research, they have less often been considered together within the same

inpatient clinical sample. The present study contributes exploratory evidence from a Turkish inpatient detoxification setting by examining the cross-sectional associations among alexithymia, grief responses, and addiction severity within a single analytic framework. In this sense, the study is intended to extend the literature descriptively and clinically, rather than to propose a definitive causal mechanism.

Accordingly, the present study investigated the relationships among alexithymia, grief responses, and addiction severity in individuals receiving inpatient treatment for alcohol and psychoactive substance use disorders. In addition to examining whether these variables differed across selected sociodemographic characteristics, the study explored whether grief responses were associated with addiction severity and whether they statistically accounted for part of the cross-sectional association between alexithymia and addiction severity. The study was framed as an exploratory cross-sectional association study rather than a test of a temporal mediational mechanism.

Methods

Research Design

This study employed a quantitative, cross-sectional, correlational design to examine the associations among alexithymia, grief responses, and addiction severity in individuals receiving inpatient treatment for alcohol and psychoactive substance use disorders. The study was designed to identify patterns of association and variation across selected sociodemographic characteristics within a single time frame rather than to test causal or temporal pathways.

Participants

The research was conducted between January and June 2024 at the Adult Detoxification Unit of Bakırköy Prof. Dr Mazhar Osman Training and Research Hospital for Mental Health and Neurological Disorders. The sample consisted of inpatients diagnosed with alcohol or substance use disorder according to DSM-5 criteria, who also met the study's inclusion criteria. The sample size was determined using G*Power 3.1.10. For a medium effect size ($f^2 = 0.25$), the minimum required sample was calculated as 159 participants. A total of 175 individuals were initially reached; after removing incomplete or invalid data, 161 participants were included in the final analyses.

Inclusion Criteria

Participants were eligible for inclusion if they met the following conditions: (a) being over 18 years of age and providing informed consent; (b) having a diagnosis of Alcohol/Substance Use Disorder confirmed by a specialist physician; (c) possessing sufficient cognitive capacity to comprehend and answer the study questions; and (d) not being in an acute intoxication or withdrawal phase.

Exclusion Criteria

The following individuals were excluded from the study: those without active substance or alcohol use who were hospitalised solely for relapse prevention; those admitted only for the adjustment or maintenance of an existing treatment plan; and individuals diagnosed with psychotic disorders or intellectual disability. In addition, following consultations between the research team and the clinical treatment team, participants were included only after confirming that they did not meet any of the exclusion criteria.

Data Collection Instruments

Sociodemographic Information Form: The sociodemographic information form used in the study was developed by the researchers to systematically assess participants' basic characteristics and life histories. The form includes questions on age, gender, educational level, marital status, number of siblings, parental or sibling loss, and the type of substance to which the individual is dependent.

Grief Scale: The Grief Scale was developed by Balcı Çelik (2006) to evaluate the level of responses individuals exhibit during the grief process. The scale consists of 35 items rated on a five-point Likert scale, and assesses four dimensions: physical, cognitive, behavioural, and emotional reactions. The scale demonstrates high reliability, with a Cronbach's alpha coefficient of .96. Total scores range from 35 to 175.

Toronto Alexithymia Scale (TAS-20): The Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) was originally developed by Taylor et al. (1985) to assess alexithymic characteristics. Initially comprising 26 items, the instrument was refined to 20 items following analyses conducted by Bagby et al. (1994). The Turkish adaptation was completed by Güleç et al. (2009). The TAS-20 consists of three subscales: Externally Oriented Thinking, Difficulty Identifying Feelings, and Difficulty Describing Feelings. It is a five-point Likert-type scale with response options ranging from "Never (1)" to "Always (5)". Total scores are derived from the sum of item scores, with items 4, 5, 10, 18, and 19 reverse-coded. Scores of 51 and below indicate non-alexithymia, scores between 52 and 60 indicate moderate alexithymia, and scores of 61 and above indicate high alexithymia. The scale's reliability analysis in the present sample yielded a Cronbach's alpha coefficient of .77.

Addiction Profile Index (API): The Addiction Profile Index (API) was developed by Ögel et al. (2015) to assess the severity of addiction. The measure comprises 23 items and includes five subscales: substance use frequency, diagnosis, effects on daily life, craving, and motivation. Each item is rated on a three-point Likert scale (0–2). Scores are calculated using a specific formula outlined in the administration manual, resulting in a total score ranging from 0 to 10; higher scores indicate more severe addiction. According to the developers, scores below 1.6 indicate low severity, scores between 1.6 and 4.6 indicate moderate severity, and scores above 4.6 indicate high addiction severity. The API demonstrates high internal consistency, with a reported Cronbach's alpha of .90 for the short form.

Data Analysis

Data were analysed using IBM SPSS Statistics 26.0, with additional robustness analyses conducted in R. Descriptive statistics (frequencies, percentages, means, and standard deviations) were first calculated for the demographic and clinical characteristics of the sample. Prior to the main analyses, TAS-20 items were scored according to the instrument's specifications, including reverse-coding of the relevant items (4, 5, 10, 18, and 19). Internal consistency coefficients (Cronbach's α) were .809 for the Addiction Profile Index, .848 for the Grief Scale, and .766 for the TAS-20. Skewness and kurtosis values indicated that the main continuous variables approximated normal distributions, supporting the use of parametric tests (Tabachnick & Fidell, 2013). Accordingly, independent-samples t tests and one-way analyses of variance (ANOVA) were used for group comparisons, and Pearson correlation coefficients were calculated to examine associations among the study variables. To investigate the cross-sectional associations of grief and alexithymia with addiction severity, multiple linear regression analyses were performed. An adjusted model additionally included sex, age group, education, marital status, number of siblings, parental loss, sibling loss, and substance type as covariates, and

robust HC3 standard errors were used in this model. A subgroup sensitivity analysis by substance type was also conducted. Finally, a bootstrap-based indirect-effect analysis with 5,000 resamples and 95% confidence intervals was performed as a secondary exploratory step; given the cross-sectional design, this analysis was interpreted as an indirect association pattern rather than evidence of causal mediation. Statistical significance was set at $p < 0.5$.

Results

Descriptive Findings

The majority of the participants were male (85.7%), within the 26–45 age range (69.6%), and had completed primary education (55.9%). The rate of parental loss was 27.3%, while sibling loss was reported by 19.8% of the sample. Of the participants, 72.7% were dependent on psychoactive substances and 27.3% on alcohol. Addiction severity was identified as "high" in 94.4% of the participants. The demographic distribution of the sample is presented in Table 1.

Table 1. Demographic Characteristics of Individuals with Substance Use Disorder

Variable	Groups	f	%
Gender	Female	23	14.3
	Male	138	85.7
Age	18–25	21	13.0
	26–45	112	69.6
	45–65	28	17.4
Educational Level	Primary/Secondary education	90	55.9
	High school	56	34.8
	University	15	9.3
Marital Status	Single	79	49.1
	Married	68	42.2
	Divorced/Separated	14	8.7
Number of Siblings	Only child	24	14.9
	2–4 siblings	92	57.1

	5 or more siblings	45	28.0
Parental Loss	Yes	44	27.3
	No	117	72.7
Sibling Loss	Yes	31	19.8
	No	130	80.2
Type of Substance Used	Psychoactive substance	117	72.7
	Alcohol	44	27.3
Addiction Severity	Low	0	0
	Moderate	9	5.6
	High	152	94.4
Alexithymia Level	No alexithymia	72	44.7
	Moderate	50	31.1
	High	39	24.2
Total		161	100

Descriptive Statistics of the Scales

Descriptive statistics for the scales used in the study are presented in Table 2. The TAS-20 total score showed acceptable internal consistency in the present sample (α = .77). The mean alexithymia score was 53.87 (SD = 11.98), the mean grief score was 100.75 (SD = 22.84), and the mean addiction severity score was 6.85 (SD = 1.45).

Table 2. Descriptive Statistics of the Scales

Scales	Min	Max	Mean	SD	N Items	Cronbach's α
API	2.49	10.00	6.85	1.45	23	.81
Grief Scale	37.00	159.00	100.75	22.84	35	.85
TAS-20	21.00	91.00	53.87	11.98	20	.77

Exploratory Group Comparisons

Exploratory group comparisons were conducted for selected sociodemographic and clinical variables using independent-samples *t* tests and one-way analyses of variance. The most consistent differences were observed for addiction severity rather than for grief or alexithymia. In particular, addiction severity varied more clearly by marital status and substance type, whereas other group differences were weaker and were therefore treated as secondary findings. For this reason, detailed group-comparison tables are not presented, and these findings are reported narratively.

Relationships Between the Variables

Pearson correlation analysis was conducted to examine the relationships between addiction severity, grief level, and alexithymia. As shown in Table 3, addiction severity was positively associated with grief, $r = .417$, $p < .001$, and weakly but significantly associated with alexithymia, $r = .194$, $p = .014$. Grief and alexithymia were also positively associated, $r = .365$, $p < .001$. Overall, grief showed the strongest bivariate association with addiction severity in the present sample.

Table 3. Pearson Correlation Coefficients Among the Variables

Scale	Addiction Profile Index[1]	Grief Scale[2]	Toronto Alexithymia Scale[3]
Addiction Profile Index[1]	*r* = 1		
Grief Scale[2]	*r* = .417***	*r* = 1	
	p = .000		
TAS-20[3]	*r* = .194*	*r* = .365***	*r* = 1
	p = .014	*p* = .000	

Note. *$p < .05$. ***$p < .001$.

Primary Regression Models

A series of regression analyses was conducted to examine the joint contribution of alexithymia and grief to addiction severity (Table 4). Alexithymia was positively associated with grief, $B = 0.697$, $p < .001$, explaining 13.3% of the variance in grief scores. Alexithymia was also positively associated with addiction severity when entered alone, $B = 0.023$, $p = .014$, although the explained variance was small ($R^2 = .038$). When alexithymia and grief were entered simultaneously, grief remained significantly associated with addiction severity, $B = 0.025$, $p < .001$, whereas alexithymia was no longer significant, $B = 0.006$, $p = .540$. This model explained 17.6% of the variance in addiction severity (adjusted $R^2 = .166$). In cross-sectional terms, this pattern suggests that grief accounted for a substantial portion of the statistical association between alexithymia and addiction severity; however, because all variables were measured concurrently, this finding should not be interpreted as evidence of temporal or causal mediation.

Table 4. Primary Regression Models Examining the Cross-Sectional Associations Among Alexithymia, Grief, and Addiction Severity

Model	Predictor	B	SE	t	p	R^2	Adj. R^2
Model 1	TAS-20 → Grief	0.697	0.141	4.95	<.001	.133	.128
Model 2	TAS-20 → Severity	0.023	0.009	2.49	.014	.038	.031
Model 3	TAS-20	0.006	0.009	0.61	.540	.176	.166
	Grief	0.025	0.005	5.16	<.001	.176	.166

Note. Model 3 is interpreted as a cross-sectional association model, not as evidence of temporal or causal mediation.

Adjusted and Sensitivity Analyses

An adjusted model was estimated to test whether the main pattern remained after accounting for the available demographic and clinical covariates, including sex, age group, education, marital status, number of siblings, parental loss, sibling loss, and substance type (Table 5). Grief remained significantly associated with addiction severity, $B = 0.023$, $p < .001$, whereas alexithymia was no longer a significant independent correlate, $B = 0.016$, $p = .090$. Married participants had significantly lower addiction severity than single participants, $B = -0.830$, $p = .001$. Sensitivity analyses by substance type showed that the association between grief and addiction severity was more evident in the psychoactive substance subgroup than in the alcohol subgroup.

Table 5. Adjusted and Sensitivity Models for Addiction Severity

Analysis	Predictor	B	SE	p	Adj. R^2
Adjusted model	Grief	0.023	0.005	<.001	.289
	Alexithymia	0.016	0.009	.090	.289
	Married vs. single	–0.830	0.235	.001	.289
Psychoactive substance subgroup	Grief	0.029	0.006	<.001	.206
	Alexithymia	0.004	0.011	.725	.206
Alcohol subgroup	Grief	0.007	0.009	.458	.064
	Alexithymia	0.026	0.017	.139	.064

Note. The adjusted model included sex, age group, education, marital status, number of siblings, parental loss, sibling loss, and substance type. Robust HC3 standard errors were used in the adjusted model.

Discussion

The present study examined the associations among alexithymia, grief responses, and addiction severity in a clinically severe inpatient sample, using a continuous addiction severity indicator alongside both unadjusted and covariate-adjusted regression models. Three findings were especially notable. First, grief showed the strongest and most consistent association with addiction severity. Second, alexithymia displayed only a weak bivariate association with addiction severity and did not remain independently significant once grief was entered into the same model. Third, the association between grief and addiction severity remained robust after adjustment for the available demographic and clinical covariates. Taken together, these findings suggest that grief-related distress may occupy a more central place than alexithymia in the cross-sectional emotional profile associated with addiction severity in this sample.

The bivariate findings are broadly consistent with the literature linking emotional dysregulation to substance-related problems, while also indicating that not all emotional constructs carry the same empirical weight in a given sample. Alexithymia has long been associated with difficulty identifying and describing internal states and with maladaptive attempts to manage distress through avoidant or externalizing strategies (Taylor & Bagby, 2005; Preece et al., 2022). Prior work has also shown that alexithymia is common in substance-using populations and is related to craving and poorer functioning, although effect sizes are often modest (Thorberg et al., 2009; Thorberg et al., 2011; Kun et al., 2023). The present results fit this pattern. Alexithymia was related to addiction severity at the bivariate level, but the association was small and diminished once grief was taken into account.

By contrast, grief responses showed a clearer and more stable relationship with addiction severity. This result is compatible with the view that loss-related distress may be particularly relevant in substance use settings, especially when bereavement reactions become difficult to regulate and are linked to maladaptive coping (Caparrós & Masferrer, 2021). In practical terms, the findings suggest that grief may capture a more proximal form of emotional burden in this sample than the broader trait-like construct of alexithymia. This does not imply that alexithymia is unimportant. Rather, it suggests that grief responses may better reflect the immediate emotional strain associated with addiction severity in this inpatient context.

The regression findings support this interpretation. Alexithymia significantly predicted grief, and it also showed a weak relationship with addiction severity when examined alone. However, once grief and alexithymia were modelled together, grief remained significant whereas alexithymia did not. In cross-sectional terms, this pattern suggests that grief accounted for a substantial portion of the statistical association between alexithymia and addiction severity. Even so, the results should not be framed as demonstrating mediation in the temporal or causal sense. Because all variables were measured at the same time, alternative explanations remain plausible, including reverse or reciprocal relationships, overlapping emotional content across self-report measures, and the influence of unmeasured third variables such as depressive symptoms, trauma-related distress, anxiety, or duration of substance use.

The adjusted model further strengthened the conclusion that grief is the more robust correlate in this dataset. After controlling for the available demographic and clinical variables, grief remained significantly associated with addiction severity, whereas alexithymia did not. Married participants also showed lower addiction severity than single participants, which is broadly consistent with the idea that relational stability may coincide

with lower clinical burden. In addition, the subgroup analyses indicated that the grief–severity association was more visible among participants with psychoactive substance use disorders than among those with alcohol use disorders.

These subgroup differences are important in light of previous concerns about diagnostic heterogeneity. Substance use disorders share common features but also differ in course, social context, and emotional correlates (APA, 2013). The stronger grief–severity association in the psychoactive substance subgroup suggests that combined analyses can obscure meaningful variation. Accordingly, future work should avoid assuming that emotional pathways operate uniformly across different forms of addiction and should test subgroup-specific models more systematically.

A weaker exploratory finding concerned sibling loss and alexithymia. Although this pattern should be interpreted cautiously, it may suggest that the relational context of loss is relevant to emotional processing difficulties in some clinical cases (Fletcher et al., 2013; Fletcher et al., 2018; Walker, 1993).

The present study also has methodological implications. The present data illustrate how careful attention to measurement quality can meaningfully affect analytic outcomes. The TAS-20 reliability coefficient obtained in the present sample ($\alpha = .77$) reflects acceptable internal consistency and supports the validity of the scale scores used in the analyses. More broadly, the findings underscore how technical precision in scale administration and scoring is essential for producing trustworthy estimates of the relationships among emotional constructs.

A conceptually important limitation of the present study is the degree of construct overlap between alexithymia and grief responses. Both constructs involve difficulties in emotional awareness, processing, and expression, and their observed correlation ($r = .365$) may partly reflect shared item content and self-descriptive variance rather than entirely distinct underlying constructs. From a discriminant validity standpoint, this raises the question of whether the Grief Scale and TAS-20 are measuring sufficiently independent constructs to support separate roles in the association model. While both instruments have demonstrated adequate factorial validity in prior psychometric research, their joint use in a purely self-report design increases the risk of inflated associations attributable to common method variance. Future studies should assess these constructs using measures with greater methodological independence — for example, by complementing self-report alexithymia with observer-rated or performance-based indices — to establish discriminant validity more rigorously.

Overall, the present findings support a more restrained and clinically grounded interpretation of the data. Rather than suggesting that grief is a definitive mechanism linking alexithymia to addiction severity, the study indicates that grief responses, alexithymia, and addiction severity cluster together in a clinically meaningful way, with grief emerging as the most robust correlate of severity. This reframing is more consistent with the magnitude of the observed effects, the limitations of the design, and contemporary cautions regarding causal interpretation in cross-sectional research.

The present discussion has emphasised grief as the stronger cross-sectional correlate of addiction severity, but several alternative explanations for this pattern deserve explicit consideration. First, reverse causality cannot be ruled out: individuals with higher addiction severity may experience more disrupted social relationships, greater interpersonal loss, and more chronic stress, all of which could elevate grief responses rather than being caused by them. Second, the observed pattern may reflect the influence of a shared third variable — such as depression, general negative affect, or cumulative

exposure to adverse life events — that independently elevates both grief responses and addiction severity. Third, the partial attenuation of alexithymia in the simultaneous regression model may reflect statistical suppression or multicollinearity between alexithymia and grief rather than a substantive indirect process: because the two constructs share meaningful conceptual and self-report variance, the reduction in alexithymia's coefficient when grief is entered may be partly artifactual. A definitive test of any directional model would require longitudinal data, ideally with multiple time points and multi-method assessment, and the present cross-sectional design is not equipped to adjudicate among these competing interpretations.

It is also important to acknowledge that the present study tested only one configuration of the association structure: alexithymia as an antecedent of grief, with both constructs as correlates of addiction severity. Alternative orderings are plausible. Addiction severity itself could plausibly predict grief responses — for example, through the social losses and interpersonal disruptions that accompany severe substance use — and grief responses could in turn amplify emotional dysregulation and reinforce alexithymia-like avoidance of emotional experience. It is equally plausible that alexithymia functions not as a distal correlate but as a moderator of the grief–addiction relationship, such that the association between grief and addiction severity is stronger among individuals with greater difficulties in identifying and expressing emotions. These alternative models were not formally tested in the present study, and future research employing longitudinal designs and adequately powered samples should systematically compare competing structural configurations before strong theoretical conclusions are drawn.

The predominantly male composition of the sample also warrants caution in interpretation. Recent meta-analytic evidence suggests that gender differences in alexithymia are generally small and culturally moderated rather than uniform across settings. At the same time, broader literature on men's mental health indicates that masculine norms may discourage emotional disclosure and professional help-seeking, which may be especially relevant in addiction treatment contexts. Accordingly, the present findings should not be assumed to generalize straightforwardly across gender, and future studies should test whether the associations observed here are replicated in more gender-balanced samples (Gough & Novikova, 2020; Mendia et al., 2024).

The findings should also be interpreted in relation to the Turkish sociocultural context. Research from Turkey indicates that intentions to seek professional psychological help are shaped by help-seeking attitudes, stigma, and gendered norms, and review-level evidence suggests that men in Turkey tend to report more negative attitudes toward psychological help-seeking than women. In addition, stigma toward mental illness remains a relevant issue in Turkish clinical and community contexts. For this reason, the emotional expression and help-seeking patterns observed in this inpatient sample may be influenced not only by addiction severity itself, but also by the wider social meanings attached to distress, disclosure, and treatment in Turkey. This context does not invalidate the present findings, but it does suggest caution in assuming direct comparability with samples drawn from different cultural settings (Kantar & Yalçın, 2023; Seyfi et al., 2013; Utz et al., 2019).

Limitations

Several limitations should be considered when interpreting these findings. First, the study is based on a cross-sectional design. As a result, the temporal ordering of alexithymia, grief responses, and addiction severity cannot be established, and no causal inferences can be

drawn. Any indirect-effect pattern observed in the analyses should therefore be understood as statistical rather than temporal or mechanistic.

Second, all variables were measured using self-report instruments. This increases the risk of shared method variance and may have inflated the associations among constructs that share emotional and subjective content. The overlap between grief-related distress and alexithymia, in particular, should be interpreted with caution in the absence of clinician-rated or multi-method data. Alexithymia is especially susceptible to self-report bias, since individuals with high alexithymia may have limited introspective access to the very internal states that self-report items ask them to describe. Observer-rated instruments such as the Toronto Structured Interview for Alexithymia (TSIA; Bagby et al., 2005) would provide a valuable complement to self-report data in future studies. Similarly, future research may benefit from using instruments specifically designed to assess prolonged grief disorder, such as the PG-13 (Prigerson et al., 2009), to distinguish normative grief responses from more persistent and clinically significant grief-related distress.

Third, the operationalisation of the grief construct warrants consideration. The Grief Scale used in this study assesses general grief responses across physical, cognitive, behavioural, and emotional dimensions, but does not distinguish between normative grief reactions, prolonged grief disorder, and trauma-related distress. This lack of differentiation may have obscured meaningful variation in how loss-related experiences relate to alexithymia and addiction severity. Normative and complicated grief are known to differ in duration, intensity, and clinical implications, and future studies should employ instruments designed to assess prolonged or complicated grief specifically — such as the Prolonged Grief Disorder scale (PG-13) — to allow more precise conclusions about which aspects of grief-related experience are most strongly associated with substance use outcomes.

Fourth, the distributional properties of the outcome variable present a notable constraint. In the present sample, 94.4% of participants were classified as having high addiction severity, reflecting a pronounced ceiling effect in the categorical classification. Although the primary analyses used the continuous API score rather than the categorical severity rating, the restricted range of this variable may have attenuated observed correlations and reduced the sensitivity of the regression models. Future studies should prioritise samples with greater variability in addiction severity — such as outpatient or community samples — or employ alternative measurement approaches that are less prone to distributional ceiling effects in clinically severe populations.

Fifth, the explanatory power of the primary regression model was modest, and the sample, while meeting the minimum threshold for detecting medium effect sizes ($f^2 \geq 0.25$), was not adequately powered to detect small effects reliably ($f^2 < 0.10$). Given that the bivariate association between alexithymia and addiction severity was small ($r = .194$), the statistical power available for this estimate was limited, and replication in larger samples is needed before conclusions about the magnitude of these associations can be treated as definitive. Beyond power considerations, important determinants of addiction severity were not captured in the present dataset. Clinically relevant confounders including depression, anxiety, post-traumatic stress symptoms, trauma history, and duration of substance use are each known to be associated with alexithymia, grief-related distress, and addiction severity, yet none were available for analysis. Their omission means that the associations observed here may partly reflect the influence of unmeasured third variables, and future research should incorporate standardised assessments of these variables at clinical intake.

Sixth, the sample was drawn from a single inpatient detoxification unit and was predominantly male. This limits the generalisability of the findings to other treatment

settings, community samples, women, and more socio-demographically diverse populations. In addition, alcohol and psychoactive substance use disorders were combined in the primary analyses, although the subgroup findings suggest that this heterogeneity matters empirically. Future studies should recruit larger, more diverse samples and should test subgroup-specific models rather than assuming that emotional pathways operate uniformly across different forms of addiction.

Finally, the current study focused on cross-sectional severity rather than longer-term outcomes such as relapse, treatment retention, or post-discharge adjustment. Consequently, the clinical implications of the findings should remain preliminary until they are tested in longitudinal and multi-method research designs.

Conclusion

This study examined the cross-sectional relationships among alexithymia, grief responses, and addiction severity in a sample of inpatients receiving treatment for alcohol and psychoactive substance use disorders. Grief emerged as the most robust correlate of addiction severity. Alexithymia retained only a weak bivariate association with addiction severity and did not remain independently significant after grief was entered into the model.

The findings therefore support a more conservative and cautious interpretation of the data. Rather than indicating a definitive mediating mechanism, the data suggest that grief responses account for a substantial portion of the statistical association between alexithymia and addiction severity in this sample. This pattern is meaningful at the descriptive and clinical-assessment level, but it should not be interpreted as evidence of causal mediation.

In substantive terms, the study highlights the importance of taking grief-related distress seriously in addiction settings, particularly in clinically severe inpatient populations. At the same time, the modest amount of explained variance and the heterogeneity across substance types indicate that grief should be viewed as one important correlate among many, not as a single explanatory key. More rigorous longitudinal studies, with better covariate coverage and subgroup-specific models, are needed before stronger theoretical or treatment implications can be justified.

Future Implications

The present findings suggest that grief responses may deserve greater attention in future addiction research, particularly in clinically severe inpatient samples. In the current study, grief showed a stronger cross-sectional association with addiction severity than alexithymia, indicating that loss-related distress may be a relevant correlate of addiction severity in some treatment contexts. However, because the data were cross-sectional, these findings should not be interpreted as evidence of a causal process or a basis for strong intervention claims.

For future research, longitudinal studies are needed to clarify the temporal relationships among alexithymia, grief responses, and addiction severity. It would also be important to examine these associations while accounting for clinically relevant variables such as depression, anxiety, trauma history, PTSD symptoms, duration of substance use, and social support. Studies using more diagnostically homogeneous samples may help determine

whether the observed pattern is specific to certain substance use profiles or reflects a broader emotional vulnerability.

From a measurement standpoint, future studies should actively address the reliance on self-report instruments by incorporating multi-method assessment designs. Observer-rated instruments such as the Toronto Structured Interview for Alexithymia (TSIA) or clinician-administered measures of alexithymia offer a valuable complement to self-report data and would reduce the risk of shared method variance inflating associations among emotionally laden constructs. Similarly, the use of instruments specifically designed to assess prolonged or complicated grief — rather than general grief responses — would allow more precise examination of which dimensions of bereavement are most clinically relevant in substance use settings. Combining self-report measures with clinician-rated or performance-based indices would yield more robust estimates of the relationships examined in the present study and allow stronger conclusions about discriminant validity.

From a clinical perspective, the findings support careful assessment of grief-related distress as part of a broader psychosocial evaluation in addiction treatment settings, while more rigorous evidence is needed before recommending grief-focused modifications to standard addiction treatment programmes.

Statements and Declarations

Consent for publication. Not applicable.

Consent to participate. Written informed consent was obtained from the participants.

Conflict of interest statement. The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Ethical approval statement. All participants in the study were presented with an informed consent form for voluntary participation, and the data were collected anonymously. Prior to the implementation of the survey, ethics committee approval was obtained from the XXX Social and Human Sciences Ethics Committee (Decision No: 2024/06). The research was conducted in accordance with the ethical principles outlined in the Declaration of Helsinki.

Funding statement. No funding was received for conducting this study.

Data availability statement. The datasets generated and/or analysed during the current study are not publicly available due to the inclusion of sensitive human participant information but are available from the corresponding author on reasonable request.

References

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). American Psychiatric Publishing.

Bagby, R. M., Parker, J. D. A., & Taylor, G. J. (1994). The twenty-item Toronto Alexithymia Scale—I. Item selection and cross-validation of the factor structure. Journal of Psychosomatic Research, 38(1), 23–32. https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)90005-1

Bagby, R. M., Parker, J. D. A., & Taylor, G. J. (2020). Twenty-five years with the 20-item Toronto Alexithymia Scale. Journal of Psychosomatic Research, 131, Article 109940. https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2020.109940

Bagby, R. M., Taylor, G. J., Parker, J. D. A., & Dickens, S. E. (2005). The development of the Toronto Structured Interview for Alexithymia: Item selection, factor structure, reliability and concurrent validity. Psychotherapy and Psychosomatics, 75(1), 25–39. https://doi.org/10.1159/000089224

Balcı Çelik, S. (2006). Yas Ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi, 3(25), 105–114.

Caparrós, B., & Masferrer, L. (2021). Coping strategies and complicated grief in a substance use disorder sample. Frontiers in Psychology, 11, Article 624065. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.624065

D'Alton, S. V., Ridings, L., Williams, C., & Phillips, S. (2022). The bereavement experiences of children following sibling death: An integrative review. *Journal of Pediatric Nursing*, *66*, e82-e99. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2022.05.006

Fletcher, J., Mailick, M., Song, J., & Wolfe, B. (2012). A sibling death in the family: Common and consequential. Demography, 50(3), 803–826. https://doi.org/10.1007/s13524-012-0162-4

Fletcher, J., Vidal-Fernandez, M., & Wolfe, B. (2017). Dynamic and heterogeneous effects of sibling death on children's outcomes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(1), 115–120. https://doi.org/10.1073/pnas.1709092115

Gough, B., & Novikova, I. (2020). Mental health, men and culture: How do sociocultural constructions of masculinities relate to men's mental health help-seeking behaviour in the WHO European Region? WHO Regional Office for Europe.

Güleç, H., Köse, S., Güleç, M. Y., Çıtak, S., Evren, C., Borckardt, J., & Sayar, K. (2009). Yirmi soruluk Toronto Aleksitimi Ölçeği'nin Türkçe uyarlamasının geçerlik ve güvenirliğinin incelenmesi. Klinik Psikofarmakoloji Bülteni, 19(3), 214–220.

Kantar, A., & Yalçın, İ. (2023). Masculinity and seeking psychological help: A review based on social identity theory. Current Approaches in Psychiatry, 15(4), 677–686. https://doi.org/10.18863/pgy.1227948

Koob, G. F., & Schulkin, J. (2019). Addiction and stress: An allostatic view. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 106, 245–262. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.09.008

Kun, B., Alpay, P., Bodó, V., Molnár, Á., Horváth, A., Karsai, S., & Kökönyei, G. (2023). Differences in the associations between psychoactive substance use and alexithymia: A series of meta-analyses. Clinical Psychology Review, 103, Article 102297. https://doi.org/10.1016/j.cpr.2023.102297

Mendia, J., Zumeta, L. N., Cusi, O., Pascual, A., Alonso-Arbiol, I., Díaz, V., & Páez, D. (2024). Gender differences in alexithymia: Insights from an updated meta-analysis. Personality and Individual Differences, 227, 112710. https://doi.org/10.1016/j.paid.2024.112710

Nakao, M., Kashiwagi, M., & Yano, E. (2005). Alexithymia and grief reactions in bereaved Japanese women. Death Studies, 29(5), 423–433. https://doi.org/10.1080/07481180590932535

Ögel, K., Güneş, R., Koç, C., Görücü, S., & Başabak, A. (2015). Bağımlılık Profil İndeksi (BAPİ) Ölçeğinin kısa formunun geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik araştırması. Bağımlılık Dergisi, 16(4), 175–181.

Parisi, A., Sharma, A., Howard, M. O., & Blank Wilson, A. (2019). The relationship between substance misuse and complicated grief: A systematic review. Journal of Substance Abuse Treatment, 103, 43–57. https://doi.org/10.1016/j.jsat.2019.05.012

Preece, D. A., Mehta, A., Becerra, R., Chen, W., Allan, A., Robinson, K., Boyes, M., Hasking, P., & Gross, J. J. (2022). Why is alexithymia a risk factor for affective disorder symptoms? The role of emotion regulation. Journal of Affective Disorders, 296, 337–341. https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.09.085

Prigerson, H. G., Horowitz, M. J., Jacobs, S. C., Parkes, C. M., Aslan, M., Goodkin, K., Raphael, B., Marwit, S. J., Wortman, C., Neimeyer, R. A., Bonanno, G., Block, S. D., Kissane, D., Boelen, P., Maercker, A., Litz, B. T., Johnson, J. G., First, M. B., & Maciejewski, P. K. (2009). Prolonged grief disorder: Psychometric validation of criteria proposed for DSM-V and ICD-11. PLoS Medicine, 6(8), e1000121. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000121

Seyfi, F., Poudel, K. C., Yasuoka, J., Otsuka, K., & Jimba, M. (2013). Intention to seek professional psychological help among college students in Turkey: Influence of help-seeking attitudes. BMC Research Notes, 6, 519. https://doi.org/10.1186/1756-0500-6-519

Sifneos, P. E. (1973). The prevalence of 'alexithymic' characteristics in psychosomatic patients. Psychotherapy and Psychosomatics, 22(2–6), 255–262. https://doi.org/10.1159/000286529

Stellern, J., Xiao, K. B., Grennell, E., Sanches, M., Gowin, J. L., & Sloan, M. E. (2023). Emotion regulation in substance use disorders: A systematic review and meta-analysis. Addiction, 118(1), 30–47. https://doi.org/10.1111/add.16001

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (6th ed.). Pearson.

Taylor, G. J., & Bagby, R. M. (2004). New trends in alexithymia research. Psychotherapy and Psychosomatics, 73(2), 68–77. https://doi.org/10.1159/000075537

Taylor, G. J., Ryan, D., & Bagby, R. M. (1985). Toward the development of a new self-report alexithymia scale. Psychotherapy and Psychosomatics, 44(4), 191–199. https://doi.org/10.1159/000287912

Thorberg, F. A., Young, R. M., Sullivan, K. A., & Lyvers, M. (2009). Alexithymia and alcohol use disorders: A critical review. Addictive Behaviors, 34(3), 237–245. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2008.10.016

Thorberg, F. A., Young, R. McD., Sullivan, K. A., Lyvers, M., Connor, J. P., & Feeney, G. F. X. (2011). Alexithymia, craving and attachment in a heavy drinking population. Addictive Behaviors, 36(4), 427–430. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2010.12.016

Utz, F., Böge, K., Hahn, E., Fuchs, L., Schomerus, G., Angermeyer, M., & von Lersner, U. (2019). Public attitudes towards depression and schizophrenia in an urban Turkish sample. *Asian Journal of Psychiatry*, *45*, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.ajp.2019.07.015

Walker, C. L. (1993). Sibling bereavement and grief responses. Journal of Pediatric Nursing, 8(5), 325–334.

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE İNTERNET OYUN OYNAMA BOZUKLUĞU İLE İLİŞKİLİ SOSYODEMOGRAFİK DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF SOCIODEMOGRAPHIC VARIABLES ASSOCIATED WITH INTERNET GAMING DISORDER IN SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Uğur TEKEOĞLU

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Medicine, Department of Child Psychiatry

ORCID: 0000-0002-8432-7566

Bekir GÖKÇE

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Education, Department of Turkish Education

ÖZET

Giriş: Dijital oyun bağımlılığı çocuk ve ergenlerde giderek yaygınlaşan bir halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. DSM-5'te "İnternet Oyun Bozukluğu" ve ICD-11'de "Oyun Bozukluğu" olarak tanımlanan bu durum, kontrol kaybı, oyuna öncelik verme ve olumsuz sonuçlara rağmen oyun oynamaya devam etme ile karakterizedir. Dijital oyunlar kontrollü oynandığında el-göz koordinasyonu, hayal gücü ve uzamsal beceriler gibi olumlu etkiler sağlarken; aşırı oyun oynama depresyon, anksiyete, davranış sorunları, akademik başarısızlık ve sosyal ilişkilerde bozulmaya yol açabilmektedir.

Amaç: Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinde İnternet Oyun Oynama Bozukluğu (İOOB) ile ilişkili sosyodemografik değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Tanımlayıcı ve ilişkisel türdeki araştırmanın örneklemini, Karadeniz Bölgesi'nde bir ilde öğrenim gören 449 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen Sosyodemografik Veri Formu ve Pontes ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilip Çakıroğlu ve Soylu (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan İnternet Oyun Oynama Bozukluğu Ölçeği ile toplanmıştır. Verilerin analizinde bağımsız gruplar t-testi, tek yönlü ANOVA ve Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Araştırma için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan etik onay alınmıştır (Toplantı Tarihi: 08/10/2025, Karar No: 2025/602).

Bulgular: Katılımcıların %54,3'ü erkek, yaş ortalaması 12,07±1,12'dir. Erkeklerin İOOB puanları kızlardan anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($t=6,41$, $p<0,001$, $d=0,61$). Günlük oyun süresi ($r=0,262$, $p<0,001$) ve uyarı sıklığı ($r=0,258$, $p<0,001$) ile İOOB arasında pozitif; not ortalaması ($r=-0,143$, $p<0,01$) ve kitap okuma sayısı ($r=-0,124$, $p<0,01$) ile negatif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır. İnternetli oyun tercih edenler ($t=4,49$, $p<0,001$), başkalarıyla oynayanlar ($t=-4,99$, $p<0,001$) ve internet kafeye gidenlerin ($t=-3,22$, $p=0,001$) İOOB puanları daha yüksektir. Anne-baba birliktelik durumu, okul dışı etkinliklere katılım ve cihaz sahipliğinin anlamlı fark oluşturmadığı görülmüştür.

Sonuç: Araştırma bulguları, cinsiyet, oyun süresi, tercih edilen oyun türü, oyun biçimi, uyarı sıklığı ve akademik başarının İOOB ile ilişkili faktörler olduğunu göstermektedir. Ailelerin çocuklarının oyun alışkanlıklarını izlemesi, süre sınırlaması getirmesi ve sağlıklı oyun tercihlerini teşvik etmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnternet oyun oynama bozukluğu, dijital oyun, ortaokul öğrencileri, oyun bağımlılığı

ABSTRACT

Introduction: Digital gaming addiction has become a growing public health problem among children and adolescents. Defined as "Internet Gaming Disorder" in DSM-5 and "Gaming Disorder" in ICD-11, this condition is characterized by impaired control over gaming, increasing priority given to gaming, and continuation of gaming despite negative consequences. While controlled digital gaming provides positive effects such as hand-eye coordination, imagination, and spatial skills, excessive gaming can lead to depression, anxiety, behavioral problems, academic failure, and deterioration in social relationships.

Objective: This study aimed to determine sociodemographic variables associated with Internet Gaming Disorder (IGD) in secondary school students.

Method: The sample of this descriptive and relational study consisted of 449 secondary school students studying in a province in the Black Sea Region. Data were collected using the Sociodemographic Data Form developed by the researchers and the Internet Gaming Disorder Scale developed by Pontes et al. (2014) and adapted into Turkish by Çakıroğlu and Soylu (2019). Independent samples t-test, one-way ANOVA, and Spearman correlation analysis were used for data analysis. Ethical approval was obtained from the Social and Human Sciences Ethics Committee of Recep Tayyip Erdoğan University (Meeting Date: 08/10/2025, Decision No: 2025/602).

Results: Of the participants, 54.3% were male, and the mean age was 12.07±1.12 years. IGD scores of males were significantly higher than females ($t=6.41$, $p<0.001$, $d=0.61$). Positive correlations were found between IGD and daily gaming time ($r=0.262$, $p<0.001$) and warning frequency ($r=0.258$, $p<0.001$), while negative correlations were found with grade point average ($r=-0.143$, $p<0.01$) and number of books read per month ($r=-0.124$, $p<0.01$). IGD scores were significantly higher among those who preferred online games ($t=4.49$, $p<0.001$), played with others ($t=-4.99$, $p<0.001$), and went to internet cafes ($t=-3.22$, $p=0.001$). Parental marital status, participation in extracurricular activities, and device ownership did not create a significant difference.

Conclusion: The findings indicate that gender, gaming time, preferred game type, gaming style, warning frequency, and academic achievement are factors associated with IGD. It is recommended that families monitor their children's gaming habits, set time limits, and encourage healthy gaming preferences.

Keywords: Internet gaming disorder, digital gaming, secondary school students, gaming addiction

YAŞLANAN TOPLUMDA GELECEĞİN SAĞLIK SİSTEMLERİ: TÜRKİYE'NİN YENİ TEKNOLOJİLER VE SAĞLIK YÖNETİMİ YAKLAŞIMLARINA HAZIRLIK DÜZEYİ

FUTURE HEALTH SYSTEMS IN AN AGEING SOCIETY: TÜRKİYE'S READINESS FOR EMERGING TECHNOLOGIES AND HEALTHCARE MANAGEMENT APPROACHES

Dr. Pınar GÜNGÖR KETENCİ

Erenköy Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi, Kalite Yönetim Direktörü/Sağlık Yönetimi PhD.

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6154-8481

ÖZET

Giriş: Türkiye'de 65 yaş ve üzeri nüfus, 2020–2025 döneminde %20,5 artarak 9 milyon 583 bin kişiye ulaşmış; yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki payı %9,5'ten %11,1'e yükselmiştir. Mevcut demografik eğilimlerin sürmesi durumunda yaşlı nüfusun 2040'ta %17,9'a, 2060'ta ise %27,0'a ulaşacağı öngörülmektedir (1).

Amaç: Yaşlanan toplumlarda geleceğin sağlık sistemlerini şekillendiren teknolojik ve yönetsel yaklaşımları incelemek ve Türkiye'nin bu dönüşüme hazırlık düzeyini seçilmiş göstergeler üzerinden değerlendirmektir.

Yöntem: Anlatısal derleme olarak tasarlanan çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu, Sağlık Bakanlığı, Dünya Sağlık Örgütü ve OECD tarafından yayımlanan güncel raporlar ile sağlıklı yaşlanma, dijital sağlık, yapay zekâ, uzaktan izlem, evde sağlık, kırılganlık yönetimi ve uzun dönem bakıma ilişkin uluslararası literatür incelenmiştir. Türkiye'nin hazırlık düzeyi; demografik yapı, sağlık iş gücü, uzun dönem bakım kapasitesi, dijital sağlık altyapısı ve toplum temelli hizmetler olmak üzere beş boyutta ele alınmıştır.

Bulgular: Türkiye'nin güçlü bir dijital sağlık altyapısına sahip olduğu, ancak yaşlanan nüfusun bakım talebini karşılayacak sağlık iş gücü ve uzun dönem bakım kapasitesinin geliştirilmesi gerektiğini saptanmıştır. e-Nabız sisteminin yaklaşık 70 milyon aktif kullanıcıya ulaşması, 30 binden fazla sağlık tesisiyle entegre çalışması (2), dijital bakım koordinasyonu açısından önemli bir avantajdır Ayrıca Sağlıklı Yaş Alma Merkezlerinin 54 ilde 180 sağlık tesisinde uygulamaya alınması (3), yaşlı bireylerin yerinde değerlendirilmesi ve izlenmesi önemli bir başlangıçtır. Bununla birlikte Türkiye'de 1.000 kişiye düşen hekim (2,4) ve hemşire (2,9) sayısı ile 65 yaş ve üzeri 100 kişi başına düşen uzun dönem bakım çalışanı sayısı (4,0) OECD ortalamalarının altındadır (sırasıyla 3,9; 9,2; 5,0) (4).

Sonuç: Sağlık sisteminin hastane merkezli ve episodik hizmet modelinden; koruyucu, entegre, kanıta dayalı, kişi ve toplum temelli bir modele dönüştürülmesi, bu kapsamda kırılganlık taramalarının yaygınlaştırılması, sağlıklı yaş alma merkezlerinin güçlendirilmesi, evde sağlık ile sosyal bakım hizmetlerinin bütünleştirilmesi, geriatri bakımı iş gücünün artırılması ve yapay zekâ destekli erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi öncelikli politika alanları olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sağlıklı yaşlanma, dijital sağlık, yapay zekâ, uzun dönem bakım, evde sağlık.

ABSTRACT

Introduction: In Türkiye, the population aged 65 years and older increased by 20.5% between 2020 and 2025, reaching 9.58 million individuals. During the same period, the proportion of older adults in the total population rose from 9.5% to 11.1%. If current demographic trends continue, this proportion is projected to increase to 17.9% by 2040 and 27.0% by 2060 (1).

Aim: This study aims to examine the technological and managerial approaches shaping future health systems in ageing societies and to evaluate Türkiye's level of preparedness for this transformation using selected indicators.

Methods: This narrative review examined recent reports published by the Turkish Statistical Institute, the Ministry of Health of Türkiye, the World Health Organization (WHO) and the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), together with the international literature on healthy ageing, digital health, artificial intelligence, remote monitoring, home healthcare, frailty management and long-term care. Türkiye's preparedness was evaluated across five dimensions: demographic structure, healthcare workforce, long-term care capacity, digital health infrastructure and community-based health services.

Results: The findings indicate that Türkiye possesses a well-developed digital health infrastructure; however, the healthcare workforce and long-term care capacity require substantial strengthening to meet the increasing care demands of an ageing population. The e-Nabız personal health record system, with approximately 70 million active users and integration across more than 30,000 healthcare facilities, represents a major advantage for digital care coordination (2). Furthermore, the establishment of Healthy Ageing Centers in 180 healthcare facilities across 54 provinces constitutes an important step toward the community-based assessment and follow-up of older adults (3). Nevertheless, Türkiye remains below the OECD average in the number of physicians (2.4 vs. 3.9 per 1,000 population), nurses (2.9 vs. 9.2 per 1,000 population) and long-term care workers (4.0 vs. 5.0 per 100 adults aged ≥65 years) (4).

Conclusion: The Turkish health system should transition from a hospital-centered, episodic model of care toward a preventive, integrated, evidence-based, person- and community-centered healthcare model. Priority policy areas should include expanding frailty screening programs, strengthening Healthy Ageing Centers, integrating home healthcare with social care services, increasing the geriatric care workforce and developing artificial intelligence-supported early warning systems to promote healthy ageing and improve the sustainability of healthcare services.

Keywords: Healthy ageing; digital health; artificial intelligence; long-term care; home healthcare.

TÜRKİYE'DE DOĞUŞTA BEKLENEN YAŞAM SÜRESİNE BÖLGESEL FARKLILIKLARIN VE PANDEMİ ETKİSİNİN ANALİZİ

AN ANALYSIS OF REGIONAL VARIATIONS IN LIFE EXPECTANCY AT BIRTH AND THE IMPACT OF THE PANDEMIC IN TURKEY

Dr. Öğretim Üyesi Yavuz Selim KÜÇÜK

Samsun Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Samsun.

ORCID: 0000-0002-5929-1936

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de doğuşta beklenen yaşam süresinin coğrafi ve idari düzeydeki değişimini, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) hayat tablolarından elde edilen 81 il verisini İBBS Düzey-1 bölgesine gruplayarak incelemektir. Bu doğrultuda araştırma; 2014, 2017, 2020 ve 2023 yılları bazında doğuşta beklenen yaşam sürelerinde ortaya çıkan bölgeler arası eşitsizlikleri ve COVID-19 pandemisi gibi olağanüstü dönemlerin yarattığı zamansal kırılmaları istatistiksel yöntemlerle tespit etmeyi hedeflemektedir.

Yöntem: Çalışmada nicel ve karşılaştırmalı araştırma tasarımı benimsenmiştir. TÜİK verilerinden derlenen 81 ile ait doğuşta beklenen yaşam süresi verileri İBBS Düzey-1 bölgesine gruplandırılmıştır. İBBS Düzey-1 bölgeleri arasındaki mekânsal farklılıkları sınamak amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Games-Howell post-hoc testi uygulanmıştır. Aynı bölgelerin yıllar içindeki zamansal değişimini ve pandemi kırılmasını ölçmek amacıyla ise Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular: Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi sonuçlarına göre, 2014–2017 ve 2017–2020 dönemlerinde illerin beklenen yaşam süresi ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar kaydedilmiştir ($p<0,05$). Ancak 2020–2023 döneminde bu trend tersine dönmüş ve yaşam sürelerinde ortalama 0,44 yıllık son derece anlamlı bir düşüş gerçekleşmiştir ($p<0,001$). ANOVA sonuçları, tüm inceleme yıllarında İBBS Düzey-1 bölgesi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Games-Howell post-hoc analizleri; Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tüm yıllarda en yüksek yaşam süresine sahip bölge olarak pozitif yönde ayrıştığını, buna karşın Güneydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu bölgelerinin istikrarlı bir şekilde alt kümelerde yer aldığını ortaya koymuştur. 2020 yılında Doğu Karadeniz ile Güneydoğu Anadolu arasındaki farkın 2,00 yıla ulaşması bölgesel eşitsizliğin boyutunu doğrulamıştır.

Sonuç: Türkiye'de 2020 yılına kadar doğuşta beklenen yaşam süresinde kaydedilen artış trendi, COVID-19 pandemisiyle birlikte ciddi bir kırılmaya uğramıştır. Ayrıca yaşam sürelerindeki bölgesel eşitsizliklerin varlığını koruduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, yaşam sürelerinin düşük olduğu İBBS Düzey-1 bölgelerinde birincil koruyucu sağlık yatırımlarının artırılması ve bölgesel pozitif ayrımcılık içeren stratejilerin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Beklentisi, Sağlık Hizmetlerinde Eşitsizlik, Coğrafi Analiz, COVID-19, Türkiye

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to examine the geographical and administrative variations in life expectancy at birth in Turkey by grouping data from the 81 provinces—obtained from the Turkish Statistical Institute (TÜİK) life tables—into NUTS Level 1 regions. Accordingly, the study aims to identify, using statistical methods, the interregional inequalities in life expectancy at birth observed in 2014, 2017, 2020, and 2023, as well as the temporal breaks caused by extraordinary periods such as the COVID-19 pandemic.

Method: The study adopts a quantitative and comparative research design. Life expectancy at birth data for all 81 provinces, compiled from TÜİK sources, were grouped into NUTS Level-1 regions. To test for spatial differences among NUTS Level-1 regions, a One-Way Analysis of Variance (ANOVA) and the Games-Howell post-hoc test were applied. The Paired Samples t-Test was used to measure temporal changes within the same regions over the years and to assess the pandemic-induced disruption. A p-value of <0.05 was considered statistically significant.

Results: According to the results of the Paired t-Test, statistically significant increases were recorded in the average life expectancy of provinces during the 2014–2017 and 2017–2020 periods ($p<0.05$). However, during the 2020–2023 period, this trend reversed, and a highly significant decrease of 0.44 years in average life expectancy occurred ($p<0.001$). ANOVA results indicated statistically significant differences among NUTS Level-1 regions across all years under examination ($p<0.05$). Games-Howell post-hoc analyses revealed that the Eastern Black Sea Region stood out positively as the region with the highest life expectancy in all years, whereas the Southeastern Anatolia, Central Anatolia, and Northeastern Anatolia regions consistently ranked in the lower tiers. The fact that the difference between the Eastern Black Sea and Southeastern Anatolia regions reached 2.00 years in 2020 confirmed the extent of regional inequality.

Conclusion: The upward trend in life expectancy at birth observed in Turkey up to 2020 suffered a significant disruption with the onset of the COVID-19 pandemic. Furthermore, it was determined that regional inequalities in life expectancy persist. Accordingly, it is necessary to increase investments in primary preventive health care in NUTS Level-1 regions with low life expectancy and to implement strategies that include regional affirmative action.

Keywords: Life Expectancy, Health Status Disparities, Spatial Analysis, COVID-19, Turkey

GİRİŞ

Halk sağlığı; toplumun, kamu ve özel kurumların, örgütlerin ve bireylerin organize çabaları doğrultusunda hastalıkları önleme, yaşam süresini uzatma ve sağlığı geliştirme süreci olarak tanımlanmaktadır (Rodriguez-Morales, 2013). Dünya Sağlık Örgütü'nün sağlığı "bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali" şeklinde ele alan yaklaşımı, halk sağlığı politikalarının kapsamını genişleterek bireysel göstergelerin ötesinde bütüncül bir toplum sağlığı vizyonunu zorunlu kılmıştır (Tözün ve Sözmen, 2015). Bu doğrultuda ülkeler, toplumsal refahı ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla kapsamlı sağlık politikaları ile koruyucu programlar geliştirmektedir (Ak, 2021).

Sağlık politikaları; yönetim, örgütlenme, hizmet sunumu ve finansman mekanizmalarını düzenleyen stratejik araçlar olmanın yanı sıra, hem ulusal hem de küresel düzeyde çok sayıda aktörün dâhil olduğu dinamik bir alandır (Eke, 2022). Sağlık ile kamu politikaları

arasındaki ilişki, sosyo-ekonomik ve politik kararların toplum sağlığı üzerindeki doğrudan etkilerinde açıkça görülmektedir (Toygar, 2022). Bu bağlamda, doğrudan sağlık sektörüyle ilgili olan ya da olmayan tüm kamu politikaları halk sağlığı göstergelerini biçimlendirmekte; yalnızca uygun politika seçeneklerinin belirlenmesi değil, politika oluşturma süreçlerinin kendisi de halk sağlığı araştırmalarında kritik bir rol oynamaktadır (Hunter, 2003).

Türkiye'de 1980 sonrası dönemde yaşanan ekonomik ve sosyal dönüşümler, sağlık hizmetlerinde özel sektörün payını artırarak halk sağlığı politikalarını daha karmaşık bir yapıya dönüştürmüştür. 2000'li yıllarda yürürlüğe giren Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) ise Aile Hekimliği Sistemi'nin kurulması ve birincil koruyucu sağlık hizmetlerinin yeniden yapılandırılmasıyla ulusal sağlık politikasında temel bir kırılma noktası teşkil etmiştir. Günümüzde Türkiye'nin halk sağlığı vizyonu; demografik dönüşümün bir sonucu olarak artan yaşlı nüfus, kronik hastalık yükü ve küresel göç dalgaları gibi yeni toplumsal gereksinimlere yanıt verme doğrultusunda şekillenmektedir (Yılmaztürk, 2023). Makro düzeydeki bu politik uygulamaların nihai çıktılarından biri ve en temel halk sağlığı göstergesi doğuşta beklenen yaşam süresidir. Bölgesel sağlık altyapısı, birincil basamak hizmetlerine erişim ve koruyucu hekimlik uygulamalarındaki farklılıklar, beklenen yaşam süresinin hem mekânsal dağılımına hem de zamansal eğilimine doğrudan yansımaktadır.

TÜRKİYE'DE HALK SAĞLIĞI POLİTİKALARI VE LİTERATÜR ANALİZİ

Türkiye'de halk sağlığı politikalarının tarihsel gelişimi, 1923–2023 dönemini kapsayan yüzyıllık süreçte dönemin sosyo-politik ve ekonomik koşullarına paralel olarak biçimlenmiştir. Bu süreç temel olarak dört ana döneme ayrılmaktadır: Cumhuriyet'in kuruluşundan 1960'a kadar süren ilk dönemde, temel sağlık teşkilatının kurulması ile verem, sıtma ve trahom gibi bulaşıcı hastalıklarla mücadeleye dönük koruyucu sağlık hizmetleri ön plana çıkarılmıştır. 1960–1980 arasındaki ikinci dönemde, 224 sayılı Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Hakkında Kanun ile birinci basamak sağlık hizmetleri güçlendirilmiş, koruyucu hekimlik ve anne-çocuk sağlığı göstergelerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. 1980–2003 yıllarını kapsayan üçüncü dönemde ise neoliberal politikaların etkisiyle 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu yürürlüğe girmiş; kamu-özel karma yapısı pekiştirilerek sağlık sektöründe piyasa mekanizmaları belirginleşmiştir. 2003 sonrasını temsil eden dördüncü dönemde ise Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) kapsamında Genel Sağlık Sigortası (GSS) ve Aile Hekimliği Sistemi hayata geçirilerek sağlık hizmetlerine erişim ve kullanım oranları belirgin biçimde artırılmıştır. Ancak hizmet kullanımındaki bu artışın, hastalık ve ölüm göstergelerine aynı oranda yansımaması; artan sağlık harcamaları ve sosyoekonomik eşitsizlikler gibi yeni sorunları beraberinde getirmiştir (Oflaz ve Özen, 2025; Amarat ve Güneş, 2023; Erol ve Özdemir, 2014).

Söz konusu tarihsel evrimin çıktıları, Sağlık Bakanlığı'nın stratejik planlarında ve kriz yönetimi politikalarında da somutlaşmaktadır. Nitekim 2013-2017 Stratejik Planı'nda birey ve toplumu sağlığa yönelik risklerden korumak; sağlıklı beslenme, tütünle mücadele, sağlık okuryazarlığı, bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadele gibi hedeflerle birincil stratejik amaç olarak belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2012). Güncel 2024-2028 Stratejik Planı'nda ise sağlıklı yaşam bilincinin kazandırılması, birinci basamak ve koruyucu sağlık hizmetlerinin bütüncül olarak güçlendirilmesi, hizmetlerde erişilebilirlik ve kalitenin artırılması, kurumsal kapasite ile memnuniyetin sağlanması ve sağlık endüstrilerinde yerli teknolojinin geliştirilmesi ana amaçlar olarak tespit edilmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2024). Bu stratejik hedeflerin yanı sıra, COVID-19 pandemisi sürecinde İl

Pandemi ve Hıfzıssıhha Kurulları aracılığıyla yerel kararlar alınmış; AFAD ve Kızılay gibi kurumlar barınma, gıda, hijyen ve immun plazma bağışları ile sosyal destek sunmuş (Cansever, 2021); birinci basamakta görev yapan Temaslı Takibi ve Filyasyon Ekipleri (TTFE) ise saha incelemeleriyle izolasyon süreçlerini hızlıca işleterek salgının kontrolünde kritik rol oynamıştır (İşlek vd., 2021).

Literatür taraması kapsamında, son 10 yılda hakemli dergilerde yayımlanan ampirik araştırmalar sistematik biçimde incelendiğinde; çalışmaların deneysel tasarımlardan ziyade nitel, tanımlayıcı ve ampirik yaklaşımlara dayandığı görülmektedir. Araştırmaların bir kısmı GSS ve Aile Hekimliği reformlarını merkeze alırken (Oflaz ve Özen, 2025; Amarat ve Güneş, 2023; Erol ve Özdemir, 2014), diğer bir kısmı hastane temelli sağlık okuryazarlığı (Kutlu ve Akbulut, 2019), Suriyeli sığınmacılara dönük Göçmen Sağlığı Merkezleri ve SIHHAT Projesi (Küçük, 2020), kentsel sağlık politikaları ile afet dirençliliği (Kocaman vd., 2021) gibi spesifik alanlara odaklanmıştır.

Yapılan makro analizler, Türkiye'de sağlık politikalarının toplum temelli modellerden birey odaklı ve dikey yapılara evrildiğini; buna karşın 1980'de 58,1 yıl olan doğuşta beklenen yaşam süresinin 2000'de 71,1'e, 2022'de ise 75,85 yıla yükseldiğini ve bebek ölüm hızlarının gerilediğini ortaya koymaktadır (Amarat ve Güneş, 2023). 1980 sonrası neoliberal reformlar devletin rolünü düzenleyici ve finansör konuma çekerken, sevk oranları 2002'deki %22 seviyesinden 2021'de %0,6'ya kadar düşürülmüştür (Erol ve Özdemir, 2019; Oflaz ve Özen, 2025). Bununla birlikte yüksek sezaryen oranları, kişi başı doktor müracaatında OECD ortalamasının üzerine çıkılmasına karşın hekim/hemşire yoğunluğu ile sağlık harcamalarının GSYİH içindeki payının düşük kalması gibi yapısal sorunlar devam etmektedir (Erol ve Özdemir, 2019; Oflaz ve Özen, 2025). Ayrıca Şehir Hastaneleri ve Kamu-Özel Ortaklığı (KÖO) modelleri altyapıyı büyütürken uzun vadeli mali yükler yaratmış; finansal teşvikler ise bölgesel eşitsizlikleri gidermede yetersiz kalmıştır (Doğan, 2023; Üstün ve Karakaş, 2021).

Ulusal düzeydeki genel iyileşmelere rağmen bölgesel analizler; Doğu, Kuzeydoğu ve Güneydoğu Anadolu gibi düşük gelirli bölgelerin sağlık göstergelerinde sistematik biçimde ülke ortalamalarının gerisinde kaldığını göstermektedir (Üstün ve Karakaş, 2021; Doğan, 2023). Mevcut literatür, halk sağlığı politikalarının tarihsel ve kurumsal gelişimini geniş ölçüde ele alsa da, uygulanan bu makro politikaların ve COVID-19 gibi küresel krizlerin, Türkiye'nin İBBS Düzey 1 bölgesel düzeyindeki doğuşta beklenen yaşam sürelerine olan etkisini hem mekânsal farklılıklar hem de zamansal değişimler açısından eş zamanlı inceleyen bütüncül çalışmalarda belirgin bir boşluk bulunmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; Türkiye'de uygulanan halk sağlığı politikalarının coğrafi ve idari düzeydeki yansımalarını, TÜİK hayat tablolarından elde edilen 81 il verisini İBBS Düzey-1 bölgesine gruplayarak incelemektir. Bu doğrultuda çalışma, 2014, 2017, 2020 ve 2023 yılları bazında doğuşta beklenen yaşam sürelerinde ortaya çıkan bölgeler arası farklılıkları ANOVA analizi ile; kronolojik kırılmaları ve zamansal değişimleri ise Eşleştirilmiş t-Testi ile istatistiksel olarak ortaya koymayı hedeflemektedir.

YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye'de uygulanan halk sağlığı politikalarının 2014, 2017, 2020 ve 2023 yıllarında TÜİK tarafından yayınlanan doğuşta beklenen yaşam süreleri üzerindeki mekânsal ve zamansal etkilerini incelemek amacıyla nicel ve karşılaştırmalı bir araştırma tasarımı benimsenmiştir.

Çalışmanın veri kaynağını, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan hayat tablolarından elde edilen 81 ile ait doğuşta beklenen yaşam süresi verileri oluşturmaktadır.

Analizin mekânsal boyutunu güçlendirmek ve iller arası varyansı bölge düzeyinde sınamak amacıyla 81 il verisi, Avrupa Birliği İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması uyarınca İBBS Düzey-1 bölgesine (İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu) gruplandırılmıştır. Çalışmanın temel araştırma hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir:

H1.1: 81 ilin doğuşta beklenen yaşam süreleri bakımından 2014, 2017, 2020, 2023 yılları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

H1.2: İBBS Düzey-1 bölgelerinin doğuşta beklenen yaşam süresi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 21 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizler öncesinde verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk ve Kolmogrov Smirnov testi ile analiz edilmiş ve verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Ayrıca grup varyanslarının homojenliği ise Levene testi ile değerlendirilmiştir ($p<0,05$). İBBS Düzey-1 bölgesinin beklenen yaşam süresi ortalamalarını her bir yıl özelinde karşılaştırmak ve mekânsal farklılıkları tespit etmek amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Farklılığın kaynağını belirlemek üzere varyans homojenliğine bağlı olarak post-hoc testlerinden (Games-Howell) yararlanılmıştır. Aynı İBBS Düzey-1 bölgelerinin zaman içindeki değişim seyrini, politika müdahalelerinin gelişimini ve pandemi gibi olağanüstü dönemlerin kırılma etkilerini boylamsal olarak ölçmek amacıyla Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde, illerin doğuştan beklenen yaşam sürelerinin yıllara ilişkin tanımlayıcı bulguları, illerin İBBS Düzey-1'e göre gruplandırarak bölgeler ve yıllar arasındaki değişimini istatistiksel olarak test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 1. İllerin doğuştan beklenen yaşam süreleri

İller	2014	2017	2020	2023	İller	2014	2017	2020	2023
Adana	77,4	77,5	77,7	76,8	K.maraş	79,1	79,2	78,9	78,3
Adıyaman	79,5	79,7	79,3	78,7	Karabük	78,5	78,4	79,1	78
Afyonkarahisar	77	77,1	77	76,9	Karaman	79	78,7	78,8	78,5
Ağrı	75,6	76,8	76,8	76,9	Kars	77,7	77,3	77,8	78,5
Aksaray	78,2	78,3	78,5	78	Kastamonu	77,5	77,4	78	77,3
Amasya	77,8	78,5	79	78,1	Kayseri	78	77,9	78,2	77,7
Ankara	79,4	79,4	79,3	79,2	Kırıkkale	77,1	77,8	77,9	77,2
Antalya	79,2	79,3	79,7	78,4	Kırklareli	77,1	77,7	78	76,9
Ardahan	76,6	76,9	77,6	78,4	Kırşehir	78,2	78,5	77,8	77,8
Artvin	79,3	79,3	79,5	79,1	Kilis	75	76,1	76,1	76,1
Aydın	78,7	78,5	78,6	78,1	Kocaeli	77,9	78,1	78,4	77,6
Balıkesir	77,6	77,5	78	77,3	Konya	78,1	78,3	78,1	77,8
Bartın	77,6	77,9	78,5	77	Kütahya	76,9	76,8	77,5	76,9
Batman	78,7	79,3	78,5	78,6	Malatya	78,8	79	79	78,8

Bayburt	77,5	79,1	79,2	79,1	Manisa	77,4	77,1	77,4	77,1
Bilecik	77,7	77,8	77,8	77,6	Mardin	80,3	79,8	79,3	79,7
Bingöl	77,8	78,8	79,2	79,3	Mersin	78,3	78,2	78,9	77,7
Bitlis	77,5	78,4	77,8	77,8	Muğla	80,5	80,3	80,7	79,3
Bolu	79,2	79,2	79,5	79,1	Muş	77,5	77,5	78	77,6
Burdur	78,6	79,2	79,1	79	Nevşehir	77,6	77,8	77,9	77,7
Bursa	77,5	77,7	78,2	77,7	Niğde	78,4	77,6	78,3	77,5
Çanakkale	77,7	78	78,7	77,5	Ordu	79,8	79,3	80	78,2
Çankırı	78,2	78	77,8	78	Osmaniye	78,6	78	78,5	77
Çorum	78,3	78,6	78,8	78,7	Rize	79,6	79	79,4	78,6
Denizli	78,8	78,2	78,5	78,1	Sakarya	77,5	77,5	77,9	77,4
Diyarbakır	78,2	78,9	78,5	78,1	Samsun	78,1	78,1	78,6	77,6
Düzce	77,7	77,5	78	77,4	Siirt	77,9	78,4	78	78,2
Edirne	77,7	77,4	77,9	76,9	Sinop	78,6	78,4	78,6	77,7
Elazığ	78,5	78,6	78,7	78,4	Sivas	77,8	78	78,5	78,1
Erzincan	79,1	79,2	79,6	79,1	Şanlıurfa	77,4	77,7	77,6	77
Erzurum	77,3	77,3	77,6	77,7	Şırnak	78	77,6	78,3	79,7
Eskişehir	77,5	78	78,5	77,9	Tekirdağ	77,1	77,6	77,8	77,1
Gaziantep	76,7	76,9	76,4	76,2	Tokat	77,6	77,5	78,1	77,6
Giresun	80,1	79,7	80	79	Trabzon	79,8	80	80,3	79
Gümüşhane	79,9	79,8	80,8	78,8	Tunceli	80,5	80,7	80,3	80,8
Hakkari	77,3	77,1	77,2	79,3	Uşak	78	78,1	77,6	77,8
Hatay	77,9	77,9	77,7	76,9	Van	75,6	77	77,1	77,6
Iğdır	78,3	78,8	79,1	79,1	Yalova	78,6	78,6	79,2	77,9
Isparta	78,7	78,7	78,7	78,6	Yozgat	77,8	77,5	77,7	77,6
İstanbul	78,7	78,7	79,1	78,6	Zonguldak	77,9	77,8	78,2	77,5
İzmir	78,8	78,6	79	78,1					

İllerin doğuşta beklenen yaşam sürelerinin 2014-2023 yılları arasındaki seyri incelendiğinde, verilerin hem zamansal boyutta belirgin eğilimler hem de iller arasında belirgin mekânsal kümelenmeler sergilediği görülmektedir. Zamansal açıdan bakıldığında, 2014 yılından 2020 yılına kadar olan dönemde illerin büyük çoğunluğunda doğuşta beklenen yaşam süresinde istikrarlı bir yükseliş veya yüksek seviyeyi koruma eğilimi hâkim olmuştur. Bu pozitif seyir, Aile Hekimliği Sistemi'nin ülke genelinde yaygınlaşması ve birincil koruyucu sağlık hizmetlerinin etkinliğinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Ancak 2020 yılından 2023 yılına geçildiğinde, neredeyse illerin tamamına yakınında doğuşta beklenen yaşam süresinde belirgin bir düşüş ve kırılma yaşandığı tespit edilmiştir. Örneğin Gümüşhane'de beklenen yaşam süresi 2020 yılında 80,8 yıl iken 2023 yılında 78,8 yıla, Muğla'da 80,7 yıldan 79,3 yıla, Trabzon'da 80,3 yıldan 79,0 yıla, Ordu'da 80,0 yıldan 78,2 yıla ve Ankara'da 79,3 yıldan 79,2 yıla gerilemiştir. Genel düzeydeki bu geri çekilme, COVID-19 pandemisinin halk sağlığı ve mortalite üzerindeki gecikmeli ile uzun vadeli olumsuz etkilerini ve toplumun yaşlanan

nüfus yapısını doğrulamakta, nitekim Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi sonuçlarında elde edilen 2020-2023 dönemi istatistiksel anlamlı farkını da desteklemektedir.

Mekânsal boyutta iller arası farklılıklar değerlendirildiğinde ise inceleme dönemi boyunca Tunceli (2023 yılında 80,8 yıl ile en yüksek değerde), Muğla, Trabzon, Giresun ve Gümüşhane gibi Doğu Karadeniz ile Ege bölgelerinde yer alan iller en yüksek beklenen yaşam sürelerine sahip coğrafyalar olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, olumlu çevresel faktörler, beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzının yerel düzeyde uygulanan halk sağlığı politikalarıyla bütünleştiğine işaret etmektedir. Buna karşılık veri setindeki en düşük değerler istikrarlı bir şekilde Kilis (2014'te 75,0 yıl ve 2023'te 76,1 yıl), Gaziantep (2023'te 76,2 yıl) ve Ağrı (2014'te 75,6 yıl ve 2023'te 76,9 yıl) gibi illerin dâhil olduğu hatta gözlenmektedir. Bu illerdeki düşük değerlerin temel nedenleri arasında sanayileşme yoğunluğu, bölgesel sağlık erişim kısıtları ve mülteci ile göç baskısının getirdiği sosyo-demografik yükler bulunmaktadır. Son olarak, 2020-2023 arasında ülke genelinde gözlenen düşüş eğilimine rağmen, Hakkari'de beklenen yaşam süresinin 77,2 yıldan 79,3 yıla ve Şırnak'ta 78,3 yıldan 79,7 yıla yükselmesi gibi bazı illerin pozitif yönde ayrıştığı saptanmıştır.

Tablo 2. İllerin doğuşta beklenen yaşam sürelerinin yıllara göre değişiminin Eşleştirilmiş t testi bulguları

Beklenen Yaşam süreleri	Mean differences	t	df	p
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2014 Yıl) - Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2017 Yıl)	-0,11728	-2,370	80	0,020
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2017 Yıl) - Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2020 Yıl)	-0,20741	-4,933	80	<0,001
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2020 Yıl) - Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2023 Yıl)	0,43580	6,019	80	<0,001

İllerin doğuşta beklenen yaşam sürelerinin yıllara göre değişimini belirlemek amacıyla yapılan Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Yapılan analiz neticesinde, ele alınan tüm karşılaştırma dönemlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). 2014-2017 döneminde illerin beklenen yaşam süresi ortalamalarında yaklaşık 0,12 yıllık istatistiksel olarak anlamlı bir artış kaydedilmiş ($t(80)=-2,370$; $p=0,020$), benzer şekilde 2017-2020 döneminde de ortalama yaşam süresi 0,21 yıl artarak yükseliş eğilimini devam ettirmiştir ($t(80)=-4,933$; $p<0,001$). Ancak 2020-2023 dönemine gelindiğinde bu pozitif trend tersine dönmüş; illerin doğuşta beklenen yaşam sürelerinde ortalama 0,44 yıllık istatistiksel olarak son derece anlamlı bir düşüş gerçekleşmiştir ($t(80)=6,019$; $p<0,001$). Bu sonuçlar, 2020 yılına kadar uygulanan birincil halk sağlığı politikalarının yaşam süresi üzerindeki olumlu etkisini, 2020 sonrasında ise pandemi sürecinin getirdiği mortalite baskısının ve toplumsal sağlık kırılmasının boyutlarını doğrulamaktadır. Dolayısıyla H1.1 hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 3. İBBS Düzey-1 bölgelerine göre doğuştan beklenen yaşam sürelerinin karşılaştırılmasına ilişkin ANOVA ve Games-Howell Post-Hoc testi bulguları

Boyutlar	F	Sig.	Post Hoc			
			İBBS-1 (I)	İBBS-1 (J)	Ort. Fark (I-J)	Sig.
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2014 Yılı)	2,914	0,004	Akdeniz	Batı Marmara	1,035	0,043
				Doğu Karadeniz	-1,275	0,008
			Doğu Karadeniz	Batı Marmara	2,310	<0,001
				Doğu Marmara	1,800	0,001
				Akdeniz	1,275	0,008
				Orta Anadolu	1,863	<0,001
				Batı Karadeniz	1,740	<0,001
				Kuzeydoğu Anadolu	2,307	0,024
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2017 Yılı)	2,192	0,028	Doğu Karadeniz	Batı Marmara	1,877	<0,001
				Doğu Marmara	1,467	0,003
				Orta Anadolu	1,592	<0,001
				Batı Karadeniz	1,457	<0,001
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2020 Yılı)	2,839	0,005	Doğu Karadeniz	Batı Marmara	1,920	0,001
				Doğu Marmara	1,563	0,007
				Akdeniz	1,350	0,030
				Orta Anadolu	1,900	0,001
				Batı Karadeniz	1,530	0,004
				Güneydoğu Anadolu	2,000	0,016
Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (2023 Yılı)	2,431	0,015	Doğu Karadeniz	Batı Marmara	1,643	<0,001
				Doğu Marmara	0,958	0,042
				Orta Anadolu	1,083	0,002
				Batı Karadeniz	1,033	0,006

Levene statistic: $p<0,05$ - Post Hoc test: Games-Howell

Tablo 3'te yer alan İBBS Düzey-1 bölgelerinin doğuşta beklenen yaşam süreleri arasındaki farklılıkları sınamak amacıyla yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Games-Howell post-hoc testi sonuçları, Türkiye'de halk sağlığı çıktılarının belirgin bir mekânsal ve coğrafi heterojenlik sergilediğini kanıtlamaktadır. Yapılan analiz sonucunda, incelenen tüm dönemlerde İBBS Düzey-1 bölgesi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). Tablo 3'e ait Games-Howell post-hoc bulguları; Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tüm yıllarda istikrarlı bir biçimde Türkiye'de doğuşta beklenen yaşam süresi en yüksek olan bölge konumunu koruduğunu ve Batı Marmara, Doğu Marmara, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu bölgelerinden pozitif yönde anlamlı derecede ayrıştığını göstermektedir. Nitekim 2014 yılında Doğu Karadeniz Bölgesi'nin beklenen yaşam süresi Batı Marmara'dan 2,31 yıl, Doğu Marmara'dan 1,80 yıl, Orta Anadolu'dan 1,86 yıl, Batı Karadeniz'den 1,74 yıl, Akdeniz'den 1,27 yıl ve Kuzeydoğu Anadolu'dan 2,31 yıl daha yüksek bulunmuştur. 2020 pandemi dönemine gelindiğinde ise Doğu Karadeniz ile Güneydoğu Anadolu arasındaki

yaşam süresi farkının 2,00 yıla ulaşması, olağanüstü halk sağlığı krizlerinin bölgesel eşitsizlikleri derinleştirdiğini ortaya koymaktadır. 2023 yılında bölgeler arası farklar kısmen daralsa da Doğu Karadeniz Bölgesi; Batı Marmara'dan 1,64 yıl, Orta Anadolu'dan 1,08 yıl, Batı Karadeniz'den 1,03 yıl ve Doğu Marmara'dan 0,95 yıl daha yüksek bir ortalamaya sahip olarak anlamlı üstünlüğünü sürdürmüştür. Dolayısıyla H1.2 hipotezi kabul edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye'de uygulanan halk sağlığı politikalarının doğuşta beklenen yaşam süresi üzerindeki dönemsel (zamansal) ve coğrafi (mekânsal) yansımalarını, TÜİK hayat tablolarından elde edilen 81 il verisi ve 12 İBBS Düzey-1 bölge sınıflandırması üzerinden 2013–2023 dönemi bazında incelemiştir. Elde edilen ampirik bulgular, Türkiye'de halk sağlığı göstergelerinin hem kronolojik süreçte önemli kırılmalar yaşadığını hem de coğrafi bölgeler arasında belirgin bir heterojenlik barındırdığını ortaya koymaktadır.

Çalışmada elde edilen ilk temel sonuç, zaman boyutu içerisindeki dönemsel kırılmalara ilişkindir. Yapılan Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi analizleri sonucunda H1.1 hipotezi kabul edilerek yıllar arası değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. 2014–2020 döneminde ülke genelinde doğuşta beklenen yaşam süresinde kaydedilen artış, 2000'li yıllardan itibaren Sağlıkta Dönüşüm Programı (SDP) çerçevesinde yürütülen reformların, Aile Hekimliği Sistemi'nin pekişmesinin ve koruyucu birincil sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılmasının somut bir çıktısı olarak değerlendirilebilir. Bu durum, Sağlık Bakanlığı'nın 2013-2017 Stratejik Planı'nda vurgulanan "toplumu sağlığa yönelik risklerden koruma" amacının ve birincil basamak erişilebilirliğindeki artışın toplumsal yaşam süresine pozitif yansıdığını doğrulamaktadır. Buna karşın, 2020–2023 döneminde doğuşta beklenen yaşam süresinde kaydedilen ortalama 0,44 yıllık istatistiksel olarak son derece anlamlı düşüş, küresel COVID-19 pandemisinin ulusal sağlık sistemi üzerindeki doğrudan ve gecikmeli olumsuz etkilerini net bir şekilde görünür kılmıştır. Pandemi sürecinde saha incelemeleri ve filyasyon çalışmaları gibi kitlesel kriz yönetimi adımları atılmış olsa da, pandeminin yarattığı ek mortalite baskısı, kronik hastalık yönetiminde yaşanan aksamalar ve toplumun yaşlanan nüfus yapısı birleşerek 2020 öncesinde elde edilen kazanımlarda geçici bir gerilemeye yol açmıştır.Çalışmada elde edilen ikinci temel sonuç ise mekânsal boyuttaki bölgesel eşitsizliklerdir. Yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Games-Howell post-hoc testleri neticesinde H1.2 hipotezi kabul edilmiş ve İBBS Düzey-1 bölgesi arasında tüm inceleme yıllarında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Analizler, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin incelenen tüm yıllarda Türkiye genelinde doğuşta beklenen yaşam süresi en yüksek bölge konumunu istikrarlı bir şekilde koruduğunu göstermektedir. İl bazında Tunceli, Muğla, Trabzon, Giresun ve Gümüşhane gibi illerin öne çıkması; beslenme kültürü, olumlu çevresel koşullar ve yaşam tarzı faktörlerinin bölgesel halk sağlığı politikalarıyla başarılı şekilde bütünleştiğine işaret etmektedir. Buna karşın Kilis, Gaziantep ve Ağrı gibi illerin yer aldığı Güneydoğu, Ortadoğu ve Kuzeydoğu Anadolu hatlarında beklenen yaşam sürelerinin sistematik olarak ülke ortalamalarının gerisinde kaldığı görülmektedir. Bu durum, literatürde vurgulanan bölgesel gelir eşitsizlikleri, hızlı sanayileşme/çevre kirliliği, yoğun düzensiz göç ve mülteci baskısının getirdiği sosyo-demografik yükler ile açıklanabilir. Nitekim 2020 pandemi yılında Doğu Karadeniz ile Güneydoğu Anadolu bölgeleri arasındaki yaşam süresi farkının 2,00 yıla kadar tırmanması, olağanüstü halk sağlığı krizlerinin mevcut bölgesel makası daha da derinleştirdiğini kanıtlamaktadır.

Elde edilen ampirik bulgular ve bölgesel farklılıklar ışığında, geleceğe yönelik halk sağlığı politikalarına ilişkin şu stratejik öneriler geliştirilmiştir:

- Bölgesel Pozitif Ayrımcılık ve Hedefli Yatırımlar: İstatistiki olarak en düşük yaşam sürelerine sahip olan İBBS Düzey-1 bölgelerinde (Güneydoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu vb.) birinci basamak sağlık altyapısı, aile hekimi başına düşen nüfus sayıları ve koruyucu hekimlik teşvikleri yeniden düzenlenmelidir. Sağlık Bakanlığı'nın 2024-2028 Stratejik Planı hedefleri doğrultusunda, bölgesel eşitsizlikleri kapatacak pozitif ayrımcı finansman mekanizmaları geliştirilmelidir.
- Bölgesel Sağlık Modellerinin Transferi: Doğu Karadeniz ve Ege bölgelerinde yaşam süresini pozitif etkileyen çevresel, beslenme ve birincil sağlık hizmeti kullanım alışkanlıkları incelenerek, bu bölgelerdeki iyi uygulama örnekleri ulusal ölçekli kronik hastalık ve yaşlı sağlığı eylem planlarına entegre edilmelidir.
- Göç ve Sosyo-Demografik Şok Yönetimi: Kilis ve Gaziantep gibi sınır/göç yoğunluğu yüksek illerde kamu hastaneleri ile birinci basamak hizmetler üzerindeki aşırı yükü hafifletici ek finansman ve personel destek programları sürekli hale getirilmelidir.
- Pandemi Sonrası Toparlanma ve Dirençlilik: 2020–2023 döneminde yaşanan ortalama 0,44 yıllık kaybın telafi edilmesi amacıyla, COVID-19 sonrası süreçte ertelenen kronik hastalık taramaları, kanser erken teşhis programları ve yaşlı nüfusa yönelik evde bakım hizmetleri birinci basamakta önceliklendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Ak, S. (2021), Geçmişten Günümüze Türkiye' nin Sağlık Politikaları, *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi,* 20(1), 28-36.

Amarat, M., & Güneş, D. (2023). Türkiye'de 100 Yıllık Sağlık Politikaları: Kontrol Düğmeleri Kapsamında Doküman Analizi Örneği. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(Özel Sayı), 219-240.

Bernier, N. F. & Clavier, C. (2011), Public Health Policy Research: Making the Case for A Political Science Approach, *Health Promotion Internetional,* 26(1): 109-116

Cansever, İ. H. (2021), Covid-19 Sürecinde Türkiye'de Sağlık Politikaları, *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(COVID-19 ÖZEL SAYISI): 86-104.

Doğan, E. (2023). Türkiye'de sağlık teşvik politikalarına Ivan Illich bağlamında bir değerlendirme: Türkiye'de iller itibariyle sosyal iatrojenez. Bulletin of Economic Theory and Analysis, 8(2), 255-282.

Eke, E. (2022), Sağlık Politikası Süreci, *Journal of Public Administration and Policy,* 3(3), 41-67.

Erol, H., & Özdemir, A. (2014). Türkiye'de sağlık reformları ve sağlık harcamalarının değerlendirilmesi. Sosyal Güvenlik Dergisi, 4(1), 9-34.

Erol, H., & Özdemir, A. (2019). TÜRKİYE'DE 1980 SONRASI SAĞLIK POLİTİKALARINDA DÖNÜŞÜM VE SAĞLIK HARCAMALARINA ETKİLERİ. Uluslararası yönetim iktisat ve işletme dergisi, 15(15), 119-146.

Gostin, L. O. & Wiley, L. F. (2016), *Public Health Law: Power, Duty, Restraint,* California: University of California Press.

Gruszin, S., Jorm, L., Churches, T., Madden, R., & Thackway, S. (2010). *Public Health Classifications Project – determinants of health, phase two: Final report.* North Sydney: NSW Department of Health.

Hayran, O. E. (2024), Halk Sağlığı: 21. Yüzyılda Gelinen Nokta, *SD Dergi,* 64(2): 66-71.

Hunter, D. J. (2003), Public Health Policy, J. ORME, J. POWELL, P. TAYLOR, T. HARRISON ve M. GREY içinde, *Public health for the 21st century: new perspectives on policy, participation and practice* (s. 15-30), New York: Open University Press.

İşlek, E., Özatkan, Y., Bilir, M. K., Arı, H. O., Çelik, H. ve Yıldırım, H. H. (2021), Türkiye'de COVID-19 Pandemisi Yönetimi ve Sağlık Politikası Stratejileri, *Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı Dergisi,* 4(2): 54-65.

Kickbush, I. (2003), The Contribution of the World Health Organization to a New Public Health and Health Promotion, *American Journal of Public Health,* 93(3): 383-388

Kocaman, E., Baç, A., & Terlemez, B. (2021). Türkiye'nin şehir sağlığı politikalarının sağlık yönetimi bakış açısıyla değerlendirilmesi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 10(3), 328-340.

Kutlu, G., & Akbulut, Y. (2019). Türkiye'de sağlık okuryazarlığı politikalarının hastaneler açısından değerlendirilmesi. Konuralp Medical Journal, 11(1), 132-143.

Küçük, A. (2020). TÜRKİYE'DE GÖÇ VE SAĞLIK POLİTİKALARI ANALİZİ:"SIHHAT PROJESİ" ÖRNEĞİ. Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, 20(47), 473-496.

Leyland, A. H. ve Groenewegen, P. P. (2003), Multilevel Modelling And Public Health Policy, *Scandinavian Journal of Social Medicine,* 31(4): 267-274.

Oflaz, N. K., & Özen, O. (2025). Türkiye'de Sağlık Politikaları ve Sağlık Politikalarının Ekonomik Sonuçlarına Bakış. İzmir İktisat Dergisi, 40(1), 69-95.

Oliver, T. R.(2006), The Politics of Public Health Policy, *Annual Review of Public Health,* 27:195-233

Rodrıguez-Morales, A. J. (2013), *Current Topics in Public Health,* Rijeka: IntechOpen.

Toygar, Ş. A. (2022), Sağlık Politikası, *Journal of Public Administration and Policy,* 3(3), 11-40.

Tözün, M. ve Sözmen, M. K. (2015), Halk Sağlığının Tarihsel Gelişimi ve Temel Kavramlar, *Smyrna Tıp Dergisi,* 3: 58-62.

Troy, L. M. ve Kietzman, K. G.(2016), Enhancing Evidence-Based Public Health Policy: Developing and Using Policy Narratives, *Journal of Gerontological Nursing,* 42(6):11-17

Üstün, Ç., & Karakaş, D. (2021). TÜRKİYE'NİN SAĞLIK GÖSTERGELERİNİN BÖLGESEL VE ULUSLARARASI KARŞILAŞTIRMA PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ. Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14(20. Bölge Bilimi ve Planlama Kongresi Özel Sayısı), 107-132.

Yılmaztürk, A. (2023), Cumhuriyetten günümüze Türkiye'nin 100 yıllık sağlık politikaları dönüşüm süreci, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 26(49-1): 437-458.

ELEKTRONİK KAYNAKLAR

Sağlık Bakanlığı (2012), Stratejik Plan 2013-2017, http://dosyamerkez.saglik.gov.tr/Eklenti/9843,saglik-bakanligi-stratejik-plan--2013-2017pdf.pdf?0 (Erişim Tarihi: 10.12.2025)

Sağlık Bakanlığı (2024), Stratejik Plan 2024-2028, Saglik-Bakanligi-2024-2028-Strateji-Plani.pdf (Erişim Tarihi: 10.12.2025)

TÜİK (2025), Hayat Tabloları 2014-2023, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayat-Tablolari-2014-2023-54081 (Erişim Tarihi: 21.07.2026)

TÜRKİYE YAŞLANAN TOPLUMA HAZIR MI? DEMOGRAFİK DÖNÜŞÜM KARŞISINDA SAĞLIK SİSTEMİNİN SWOT ANALİZİ

IS TÜRKIYE PREPARED FOR POPULATION AGING? A SWOT ANALYSIS OF THE HEALTHCARE SYSTEM AMID DEMOGRAPHIC TRANSITION

Dr. Öğretim Üyesi Özgül ÖZKOÇ

Altınbaş Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5105-4007

ÖZET

Giriş: Nüfusun yaşlanması olgusu sağlık sistemlerinin yapısal dönüşümünü tetikleyen önemli etkenlerdir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 65 yaş ve üzeri nüfusun toplam nüfus içindeki payı 2025 yılında %11,1 olup bu oranın 2060 yılında %27,0'a yükselmesi beklenmektedir (1). Yaşlı nüfusun artması uzun dönem bakım gereksinimi arttırarak sağlık hizmetlerinin planlanması ve finansmanında yeni yaklaşımları zorunlu kılacaktır.

Amaç: Türkiye sağlık sisteminin yaşlanan nüfusa hazırlık kapsamında güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerini değerlendirerek stratejik politika önerileri geliştirmektir.

Yöntem: Bu çalışmada SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizi yapılmıştır. Analize dayanak olan veriler Dünya Sağlık Örgütü ve OECD tarafından yayımlanan raporlar, 12. Kalkınma Planının konu kapsamında incelenmesi, Türkiye İstatistik Kurumu ve Sağlık Bakanlığı yayınları ile 2020–2026 yılları arasında yayımlanan ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesi ile elde edilmiştir.

Bulgular: Güçlü yönler**;** yaşlıların devletçe korunacağının anayasal güvence altına alınmış olması, Nüfus ve yaşlanma konusunun 11. ve 12. Kalkınma planında ayrı bir başlık olarak yer alması (2), Genel Sağlık Sigortasının varlığı, Türk aile yapısında enformel bakımın önemi(3), Türkiye, e-Nabız, Merkezi Hekim Randevu Sistemi (MHRS), Aile hekimliği modeli ve ulusal dijital sağlık altyapısı (4,5), Sağlıklı Yaş Alma Merkezleri (YAŞAM) ve evde sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar (5).

Zayıf yönler; 1000 kişiye düşen hekim ve hemşire sayısının OECD ortalamasının altında olması, uzun dönem bakım hizmetleri ile profesyonel bakım iş gücünün yaşlanan nüfusun gelecekteki gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalabileceğine dair öngörüler (6).

Fırsatlar; Yapay zekâ, giyilebilir teknolojiler, tele-bakım ve tele-sağlık teknolojilerinin sağlık harcamalarını azaltmadaki rolü, toplum temelli bakım modelleri.

Tehditler; Hızlı demografik yaşlanma, kronik hastalık yükü ve buna bağlı olarak sağlık harcamalarındaki artış, bağımlı nüfusun dünya genelinde artması sonucu sigorta sistemlerinin yaşayabileceği finansal sıkıntılar.

Sonuç: Sağlık sistemi yaşlanan nüfus olgusuna hazırlanmalı, bunun için kurumsal ve teknolojik alt yapı, finansal kaynaklar ve insan gücü kapasitesini arttırmaya yönelik hazırlıklar yapılmalı, yaşlı dostu konutlar ve kentler inşa edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlanma, demografik dönüşüm, SWOT analizi, uzun dönem bakım,

ABSTRACT

Introduction: Population aging is one of the major drivers of structural transformation in healthcare systems. According to the Turkish Statistical Institute, individuals aged 65 years and older accounted for 11.1% of Türkiye's population in 2025, and this proportion is projected to increase to 27.0% by 2060 (1). The growing older population will increase the demand for long-term care, necessitating new approaches to healthcare planning and financing.

Objective: To evaluate the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of the Turkish healthcare system in terms of its preparedness for population aging and to develop strategic policy recommendations.

Methods: A SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis was conducted. The analysis was based on reports published by the World Health Organization (WHO) and the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), an examination of the relevant sections of Türkiye's 12th Development Plan, publications from the Turkish Statistical Institute and the Ministry of Health, and a review of national and international literature published between 2020 and 2026.

Results:
Strengths include constitutional protection of older adults, the inclusion of population and aging as a separate policy area in both the 11th and 12th Development Plans (2), the existence of the General Health Insurance system, the important role of informal family caregiving in Turkish society (3), national digital health infrastructure including e-Nabız, the Central Physician Appointment System (MHRS), and the Family Medicine model (4,5), as well as initiatives to expand Healthy Aging Centers (YAŞAM) and home healthcare services (5).

Weaknesses include the number of physicians and nurses per 1,000 population remaining below the OECD average, and projections indicating that long-term care services and the professional caregiving workforce may be insufficient to meet the future needs of an aging population (6).

Opportunities include the potential of artificial intelligence, wearable technologies, telecare, and telehealth to improve efficiency and reduce healthcare expenditures, as well as the expansion of community-based care models.

Threats include rapid demographic aging, the increasing burden of chronic diseases and associated healthcare expenditures, and financial pressures on health insurance systems resulting from the global rise in the dependent population.

Conclusion: The Turkish healthcare system should proactively prepare for population aging by strengthening institutional and technological infrastructure, expanding financial resources and healthcare workforce capacity, and promoting the development of age-friendly housing and communities.

Keywords: Aging, demographic transition, SWOT analysis, long-term care.

GATHER. TOWN KULLANILARAK OYUNLAŞTIRILMIŞ ÇEVRİMİÇİ PDÖ'nün ÖĞRENCİ KATILIMI VE ÖĞRENME DENEYİMLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

THE IMPACT OF GAMIFIED ONLINE PBL USING GATHER.TOWN ON STUDENT ENGAGEMENT AND LEARNING EXPERIENCES

Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt Okan AYDIN

Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıp Eğitimi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

ÖZET

Giriş: COVID-19 pandemisi, Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) gibi yoğun etkileşim gerektiren eğitim biçimlerinin dijital platformlara hızla taşınmasını zorunlu kılmış; bu durum katılımın, sosyal varlığın ve iş birliğinin korunması konusunda kaygılar doğurmuştur. Oyunlaştırma ve öğrenci tarafından üretilen içerik bu zorluklara yönelik umut vaat eden stratejiler olarak öne çıkmakla birlikte, çevrimiçi PDÖ'de birlikte kullanımları yeterince araştırılmamıştır. Bu keşfedici nitel çalışma, öğrencilerin akranları için hem içerik oluşturduğu hem de oturumları yürüttüğü bir modelde, uzamsal video-konferans platformu Gather.Town ile gerçekleştirilen erken aşamalı çevrimiçi PDÖ uygulamasına ilişkin tıp öğrencilerinin deneyimlerini incelemiştir.

Yöntem: Çalışma 2020 yılında bir tıp fakültesinin Tıp Eğitimi Anabilim Dalı'nda yürütülmüş ve gönüllü örnekleme ile seçilen on altı beşinci sınıf tıp öğrencisini kapsamıştır. Öğretim üyelerinin gözetiminde üç gruba ayrılan katılımcılar, önce başka bir grup için tam bir PDÖ senaryosu ve öğrenme materyali geliştirmiş, ardından fakültenin fiziksel PDÖ odalarını yansıtan özel bir oyunlaştırılmış sanal ortamda akran içeriğini kullanarak canlı oturumlar yürütmüştür. Oturumlar standart yedi adımlı, iki oturumlu formatta gerçekleştirilmiştir. Üç açık uçlu sorudan oluşan çevrimiçi bir form aracılığıyla toplanan nitel veriler, tümevarımsal tematik analizle çözümlenmiştir.

Bulgular: Dört ana tema belirlenmiştir: oyunlaştırılmış ortamda algılanan katılım ve etkileşim; çevrimiçi biçimin erişilebilirliği ve pratik olanakları; akran içeriği oluşturmaya etkin katılım; ve oturum akışını etkileyen teknik zorluklar. Katılımcılar oyunlaştırmanın öğrenmeyi keyifli kılmasını, kolay belge paylaşımını ve zaman verimliliğini olumlu bulurken; teknik aksaklıklar ve azalan etkin katılıma dikkat çekmiştir. İçerik oluşturmanın araştırmayı derinleştirdiği ve bilgiyi pekiştirdiği algılanmıştır.

Sonuç: Bulgular, tıp eğitiminde uzamsal ve oyunlaştırılmış platformlar ile öğrenci üretimi içeriğin bütünleştirilmesine ilişkin aktarılabilir içgörüler sunmakta ve gelecekteki sonuç odaklı, karma yöntemli çalışmalara zemin oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İçerik Oluşturma, Oyunlaştırma, Tıp Eğitimi, Çevrimiçi Eğitim, Probleme Dayalı Öğrenme

ABSTRACT

Introduction: The COVID-19 pandemic forced a rapid transition of highly interactive educational formats such as Problem-Based Learning (PBL) to digital platforms, raising concerns about preserving engagement, social presence, and collaboration. Gamification and student-generated content have emerged as promising strategies to address these challenges, yet their combined application in online PBL remains underexplored. This exploratory qualitative study examined medical students' experiences of an early-stage online PBL implementation using the spatial video-conferencing platform Gather.Town, in a model where students both created and facilitated learning content for their peers.

Methods: The study was conducted in 2020 at the Department of Medical Education of a medical faculty and involved sixteen fifth-year medical students recruited through voluntary sampling. Participants were divided into three faculty-supervised groups that first developed complete PBL cases and learning materials for another group, then facilitated live sessions using peer-generated content within a custom gamified virtual environment replicating the faculty's physical PBL rooms. Sessions followed the standard seven-step, two-session format. Qualitative data were gathered via an online form containing three open-ended questions and analyzed using inductive thematic analysis.

Results: Four main themes emerged: perceived engagement and interaction within the gamified environment; accessibility and practical affordances of the online format; active involvement in peer content creation; and technical challenges affecting session flow. Participants valued gamification for making learning enjoyable, easy document sharing, and time efficiency, while noting technical disruptions and reduced active participation. Content creation was perceived to deepen research and consolidate knowledge.

Conclusion: These findings offer transferable insights into integrating spatial, gamified platforms and student-generated content in medical education, providing a foundation for future outcome-oriented, mixed-methods studies.

Keywords: Content Creation, Gamification, Medical Education, Online Education, Problem-Based Learning

HASTANE KALİTE YÖNETİMİ SÜREÇLERİ İÇİN BİR KARAR DESTEK ARACI OLARAK İŞ ZEKASI TEKNOLOJİSİ: BİR VAKA ÇALIŞMASI

BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGY AS A DECISION SUPPORT TOOL FOR HOSPITAL QUALITY MANAGEMENT PROCESSES: A CASE STUDY

Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAMAR

Muğla Sıtkı Koçman University, Fethiye Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Muğla, Türkiye

ORCID NO: 0000-0002-3985-3073

İbrahim YÜKSEL

Dokuz Eylül University Research and Application Hospital, İzmir, Türkiye

ORCID NO: 0000-0002-6323-8337

Melih TAKYACİ

Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Computer Science, İzmir, Türkiye

ORCID NO: 0009-0008-5987-5924

ABSTRACT

Effective management of quality processes is essential to hospital administration. Patient satisfaction, a key outcome of these processes, is critical in both private and public hospitals: private hospitals seek customer loyalty and profitability, whereas public hospitals must demonstrate value to taxpayers and maintain public trust. Hospital quality management depends on data from multiple internal stakeholders, including patients, physicians, and other healthcare professionals, as well as external stakeholders such as insurers, technology providers, and suppliers. Institutions establishing quality management processes must define which data will be collected, from whom, when, by whom, and through which forms and procedures. They must then evaluate, report, and integrate those data into managerial decision-making. Even institutions with mature quality management systems often need to consolidate heterogeneous data collected at different times through multiple tools and information systems. Business intelligence (BI) and data warehousing provide a practical means of integrating, analyzing, and reporting such data without necessarily requiring large-scale, costly infrastructure. This study conducted a needs assessment for the quality management processes of a university research and application hospital and developed a prototype BI application using sample datasets and forms. The application demonstrates that BI can serve as an accessible decision support tool for hospital quality management, including in smaller institutions with limited infrastructure. The study also synthesizes the literature on the use of BI in hospital management and quality processes.

Keywords: Health informatics; hospital management; quality management; decision support systems; business intelligence.

ÖZET

Hastane yönetimi için kalite süreçlerinin yönetimi çok önemlidir. Kalite süreçlerinin bir çıktısı olan memnuniyet özel sektör veya kamu hastaneleri için kritik değerdedir. Özel hastaneler için müşteri sadakati ile karlılık kavramları karşımıza çıkarken, kamu hastanelerinde vatandaş için vergilerinin karşılığını alabilme ve mutlu vatandaş imajı ile kamu kurumlarını karşı karşıya bırakmaktadır. Kalite yönetim süreçlerinde; hasta, doktor veya sağlık çalışanı bir iç paydaş iken, sigorta kurumları, internet sağlayıcılar, bilgisayar yazılım firması veya hastaneye malzeme tedarik eden dış kurumlar dış paydaş olarak kabul edilmektedir. Kalite yönetim süreçlerinin hiç olmadığı ve herşeyin sıfırdan başladığı kurumlarda tüm paydaşların ve bu paydaşlardan ne tür verilerin, ne zaman, hangi paydaşlardan, hangi form ve prosedürlere göre ve kimler tarafından elde edileceği tanımlanmalıdır. Kalite yönetim süreçleri inşa edilmeli ve ilgili birimdeki kişilerin buna göre verileri toplamalı ve bu verileri eş ve üst yönetici arkadaşları ile değerlendirmeli, raporlamalı ve stratejik bir girdi olarak hastane yönetim süreçlerine dahil etmelidir. Tüm bu süreçlerin sistematik bir şekilde işlemesi gerekmektedir. Çeşitli kalite yönetim sistemlerine sahip kurumların da pek çok farklı paydaştan farklı dönemlerde ve farklı araçlar ve sistemlerden verileri bir çatı altında toplaması gerekebilmektedir. İşte tam bu noktada karşımıza iş zekası teknolojisi ve veri ambarı mantığı karşımıza çıkmaktadır. İş zekası doğası gereği pek çok farklı bilgi sisteminden ve farklı format ve formlarda verilerin toplanmasına imkan sağlayabilmekte, büyük ve pahalı sistemlere gerek kalmadan veri ambarı mantığı ile hastane yöneticileri için çalışabilmektedir. Çalışmamızda tam da bu noktada örnek bir araştırma uygulama hastanesinin kalite yönetim süreçleri için bir ihtiyaç analiz süreci gerçekleştirilmiş ve ardından bir iş zekası uygulaması elde edilen örnek veriler ve formlar üzerinden geliştirilmiştir. Çalışmamızın bu sayede iş zekası teknolojisinin sadece merkezi ve büyük bilgi sistemleri ile kullanabileceği algısını yıkacaktır. Alan arşatırmacıları ve kural koyucular da çalışmamız sayesinde, iş zekası teknolojisinin hastane yönetimi ve kalite süreçleri içinde kullanımı konusunda da derin bir literatür değerlendirmesine sahip olacaktır.

Anahtar kelimeler: Sağlık enformatiği; hastane yönetimi; kalite yönetimi; karar destek sistemi; iş zekası.

INTRODUCTION

The effective management of quality processes is central to hospital administration. Patient satisfaction, as an outcome of these processes, is critical for both private and public hospitals. Private hospitals emphasize customer loyalty and profitability, whereas public hospitals must demonstrate that citizens receive value for their taxes and must maintain public trust. Accordingly, both service quality and citizen satisfaction have become key concerns for healthcare institutions. Quality management draws on data from numerous stakeholders, and the quality of healthcare services should therefore be evaluated in light of stakeholder feedback. Aygar and Önsüz (2017) describe healthcare service quality as the totality of efforts to prevent deterioration in a person's health or to facilitate recovery. In this context, healthcare service quality encompasses both technical quality and the quality of care delivery.

Quality initiatives in Türkiye's healthcare sector began in 2003 with the Health Transformation Program. The Ministry of Health subsequently developed standards intended to foster a shared culture of quality across healthcare institutions nationwide. Within this framework, the Ministry and healthcare institutions established quality management units and implemented the associated administrative processes (Karaalp, 2023). Quality management initiatives function as a strategic management tool for hospitals and play an important role in addressing and correcting nonconformities in healthcare service processes (Karahüseyinoğlu, 2021).

Healthcare institutions develop their quality systems by periodically collecting process-specific feedback from stakeholders through their respective units. Standards governing quality management processes not only facilitate service delivery but also provide a basis for delivering care in accordance with scientific norms and accepted standards. They make service quality measurable and promote more effective and efficient use of the resources allocated to healthcare services in Türkiye (Ertaş & Çelik, 2018).

The sustainability of quality systems implemented in healthcare institutions depends on the regular collection and processing of data from many sources. Personnel responsible for quality management must work with data obtained from different stakeholders and systems at different times and in different forms and formats. Business intelligence (BI) technology is well suited to this task. BI-based monitoring platforms can process large and complex datasets, while flexible data models can be expanded with new tables and dimensions. This capability allows organizations to integrate data from multiple sources for a defined purpose and to produce new analyses and visualizations (Damar et al., 2022). BI is often perceived as expensive, complex, and difficult to implement; however, many BI models can run locally, with both client and server functions hosted on the same computer. Data warehousing principles and contemporary BI tools therefore make useful solutions feasible even on personal computers. The present study was designed to demonstrate this point through a sample application for hospital quality processes. Using sample datasets, it shows domain experts that BI can operate effectively and efficiently not only on large servers and cloud platforms but also on modest local infrastructure, thereby contributing to the field of health informatics.

THE IMPORTANCE OF DECISION-MAKING AND DECISION SUPPORT TOOLS IN HEALTHCARE QUALITY PROCESSES

Data consist of raw, unprocessed facts; when processed and placed in context, they become information that creates value for organizations. The management and processing of data are therefore vital to organizational performance. BI technologies enable organizations to generate value by processing and analyzing data, supporting decisions, and producing insights that enhance organizational effectiveness (Damar et al., 2018). In healthcare institutions, quality management encompasses intricate processes, numerous services, and a large and diverse stakeholder base, all of which require careful coordination. Data originating from different sources and in different forms and formats may also need to be presented hierarchically to different users at different times. BI offers a practical response to these requirements. This section first considers decision-making conceptually, then defines decision support systems, and finally examines—drawing on Turkish and international literature—how BI can add value to the management of healthcare quality processes.

Decision-Making and Decision Support Systems

Healthcare institutions are directed by managers who perform the core functions of planning, organizing, leading, coordinating, and controlling. Decision-making lies at the

center of these functions. An organization's future and day-to-day operations are shaped by managers at different levels, acting synchronously or asynchronously in accordance with its mission and vision. Emhan (2007) observes that managers operating in continually changing environments must make a wide range of decisions and require diverse information to resolve the issues that arise. Eren and Kaya (2019) identify decision-making as one of the most critical concerns in contemporary organizations and note that organizations must respond quickly to operational problems such as insufficient data, information overload, and inadequate reporting. Decision support tools are therefore essential. More objective decisions also strengthen accountability in managerial relationships and outcomes. Arribathi et al. (2021) report that decisions based on data analysis tend to be more objective and accountable than those based solely on intuition or experience.

Decision-making may be defined as selecting one option from a set of alternatives. The use of decision support systems (DSSs) has become widespread because these systems allow end users to access data both within and outside an organization. Timely access to relevant information supports prompt decisions, improves efficiency, and enhances decision quality (Alagöz et al., 2013). A DSS is an information system that uses analytical models to assist decision-makers, particularly when decisions involve substantial uncertainty (Çetinyokuş & Gökçen, 2002). Such systems do not make decisions autonomously; rather, they augment the reasoning of human decision-makers throughout the decision process (Arslan & Yılmaz, 2010). A DSS is also an interactive system that provides users with convenient access to decision models and data in support of semi-structured and unstructured decisions (Yıldız et al., 2008).

The Importance of Healthcare Quality and Evaluation in an Effective Quality Management System

The quality of healthcare is one of the principal indicators of development worldwide. Within healthcare institutions, a decisive determinant of quality is the standard of work performed by all hospital personnel (Lüleci et al., 2019). The effectiveness of a healthcare system is measured not only by the volume of services provided but also by their quality and sustainability. As patient safety, service quality, and organizational transparency have gained prominence, accreditation in hospital management has come to be regarded as both a global benchmark and a tool for improvement (Araç & Koç, 2025). Accreditation is critical to ensuring that healthcare services are delivered consistently at a defined level of quality. Through periodic assessment and approval by designated regulatory bodies acting in the public interest, it provides evidence that services meet established quality standards and that healthcare activities conform to institutional procedures and rules.

Monitoring healthcare activities and improving satisfaction with service quality are key priorities. Relevant data may be collected immediately after service delivery or at daily, weekly, quarterly, semiannual, or annual intervals. Kavak (2018) notes that quality management and accreditation practices in Turkish healthcare institutions gained considerable momentum with the Health Transformation Program and reshaped institutional operations and management models.

Because healthcare services directly affect human health, the quality and reliability of service providers are crucial (Kılıç & Uzun, 2023). Services must be delivered consistently and in accordance with defined procedures even when an institution is not formally accredited. Stakeholder participation is integral to this process. In hospitals, patients, physicians, and other healthcare professionals are internal stakeholders, whereas insurers, internet service providers, software companies, and suppliers are external stakeholders.

Each stakeholder group is associated with distinct services and activities. These activities should therefore be managed within the health information system, aligned with quality management processes, and supported by data collected through defined procedures and at specified intervals. Data must also be linked within an appropriately governed information system and converted into insights presented to managers according to their authorization levels. Managing this complex structure requires a suitable technological solution. The present study identifies BI as that solution and demonstrates through a sample application that BI can operate efficiently even with relatively small datasets.

Why Healthcare Institutions Need a Robust Quality Management System—and Why Business Intelligence Is an Appropriate Choice

Healthcare quality management is a multi-stakeholder framework concerned not only with patient satisfaction and safety but also with the effective and efficient delivery of services in accordance with established standards. Within this framework, data collected from numerous stakeholders at different times and in different forms and formats must be processed and incorporated into managerial processes. Because quality emerges from organization-wide interaction, sustained engagement with multiple stakeholders is inherent to quality management. Akar et al. (2015) define quality management as a contemporary approach that requires the participation of all organizational stakeholders, prioritizes the satisfaction of both service providers and recipients, relies on teamwork, and pursues continuous improvement. BI supports these objectives by integrating data from diverse information systems and formats. Using a data warehousing approach, this can be achieved for hospital managers without necessarily investing in large and expensive systems. Accordingly, the present study conducted a needs assessment of the quality management processes at a university research and application hospital and then developed a BI application based on the sample data and forms obtained. The study thus challenges the assumption that BI is viable only in centralized, large-scale information environments.

Organizations seeking to provide high-quality healthcare must measure service quality; plan and implement improvements at the employee, clinical, and institutional levels; enhance staff knowledge and skills through in-service training; and establish a systematic process of continuous re-evaluation. The organizational aims of 'doing the right thing' and 'pursuing excellence' can be advanced through quality improvement programs and continuing education (Avcı, 2018). BI systems can serve as effective management tools in this endeavor. Conceptually, a BI environment resembles an ecosystem fed by numerous streams: it integrates multiple data sources and, as needs evolve, makes new data available to decision-makers. This capacity allows the information environment to remain adaptive and sustainable.

Decision support systems organize information obtained from multiple sources, construct decision models, analyze information, and present evaluation results to decision-makers (Tutar, 2010). They provide interactive, practical support through statistical analysis, visualization, modeling, and tools for producing tables, diagrams, and reports (Tutar, 2010). DSSs encompass a broad range of systems, tools, and technologies; from a technological perspective, online analytical processing (OLAP) is one important component (Çelik, 2006). Healthcare managers need solutions that improve decisions, business processes, communication among physicians, patients, and administrators, and access to diverse data. BI systems can provide such support (Damar, 2024). BI has developed as an umbrella concept encompassing multiple technologies. Its primary purpose is to provide interactive access to data—often in near real time—enable data manipulation, and support relevant analyses by managers and analysts. Transforming data

into information, decisions, and ultimately action is fundamental to BI, while a well-designed data warehouse with a robust architecture lies at the heart of a successful BI process (Damar, 2021). According to Ateş (2008), insights generated through BI can be transmitted securely over the internet to managers, business partners, and other authorized users of organizational data.

BI can process complex data structures and transform them into actionable insights through a variety of presentation methods, enabling managers to use complex datasets and make better-informed decisions. Its applications span many fields and industries, including student mobility management (Damar, 2022; Hart et al., 2007; Hmoud et al., 2023; Kissi et al., 2017; Wixom et al., 2014), the analysis and management of scientific research (Damar et al., 2018; Damar et al., 2022; Celik et al., 2023), supply chain and materials management (Damar, 2021; Rahman et al., 2025), legal matters and case-data analysis (Damar & Karaman, 2021), and the use of big data in auditing (Damar & Özen, 2024; Kokina et al., 2025; Zamil et al., 2024; Weirich et al., 2018). Healthcare is among the most consequential of these domains because human lives are directly at stake and decisions must be timely, effective, and efficient. BI can support numerous healthcare functions, of which quality management is particularly important. As noted above, healthcare quality processes are highly complex and require accurate, effective management.

METHODOLOGY

Purpose and Scope of the Study

Self-assessment is one of the principal practices used to improve hospital quality processes. A hospital self-assessment must involve all stakeholders who deliver services to or within the institution. This allows service processes to be evaluated against established quality standards, supports service improvement and development, and enables the identification of processes that are failing or require improvement. Self-assessment teams established by the quality unit can thus evaluate quality processes against predefined standards.

Quality is a collective, organization-wide responsibility that must be managed holistically across hospital service areas and processes. This study was therefore designed to demonstrate that activities reflecting the complexity of hospital operations can be managed more effectively with BI. A prototype application for quality processes was developed in Microsoft Power BI using a sample dataset. The study also included a comprehensive review of the literature on quality management in healthcare and the use of BI in the healthcare sector.

The growing role of digitalization in healthcare institutions has created a new framework for quality management. Principles such as accessibility, safety, effectiveness, patient-centeredness, and continuity are increasingly measurable and manageable through digital systems (Yorulmaz & Meral, 2025). Advances in technology have also increased the value of BI, both for central systems and for local institutions seeking to manage their own processes using data from multiple sources. Through a sample form and prototype application, the present study demonstrates the potential of BI to provide healthcare institutions with timely, effective, and cost-conscious solutions.

Types and Formats of Data Obtained from Stakeholders

The Ministry of Health establishes and updates quality and accreditation standards with reference to international norms. For example, the medication-management standards presented in Table 1 are used in pharmacies and clinical units to evaluate safe medication administration and identify related nonconformities within the hospital. The

nonconformities identified are then reviewed by quality commissions and/or committees, and improvement activities are initiated.

Table 1. Standards for Safe Medication Administration

Standard		*Compliance Status*
SİY08 (CORE)	**Arrangements shall be established for the safe administration of medications.**	-
SİY08.01	Administrations performed in accordance with the treatment plan shall be traceable in nursing records. Nursing records shall include the medication name, dose, route, time and duration of administration, and the identity of the person who administered the medication.	KK
SİY08.02	Medications shall be administered to patients by authorized personnel. Medication administration performed for training purposes shall be conducted under the supervision of authorized personnel.	K
SİY08.03	During medication administration, the person administering the medication shall verify the patient's identity; the medication name and dose; and the route, time, and duration of administration. The hospital shall define the verification procedure.	KM
SİY08.04	Following medication administration, the patient's clinical condition shall be monitored, and any reactions or adverse events shall be documented. Patients shall be monitored particularly closely for possible adverse effects and reactions after the first administration of any medication and after the administration of high-risk medications. Any adverse effects observed shall be documented and reported through the pharmacovigilance system.	KK
…	…	…

Note. K = compliant; KM = noncompliant; KK = partially compliant.

As in this example, all standards relevant to quality management processes—523 standards under the Healthcare Quality Standards (Sağlıkta Kalite Standartları; SKS)—are evaluated throughout the hospital with the participation of all stakeholders, and nonconformities are identified. The resulting data guide hospital management by highlighting services and processes that require attention or improvement. Figure 1 presents the Excel view of the data used in the prototype application. The 60 items of unit feedback covered outpatient clinics (6), inpatient clinics (8), intensive care units (4), operating rooms (2), the emergency department (2), radiation-controlled areas (6), pathology (1), the central laboratory (1), the blood bank (1), the hemodialysis unit (1), bronchoscopy or endoscopy units (2), the outpatient transfusion unit (1), the pharmacy and total parenteral nutrition unit (1), the day treatment center (1), transplant coordination (1), the delivery room (1), the kitchen (1), administrative units (14), the morgue (1), storage areas (2), and other units. Patient feedback systems provide another important source of data for quality management.

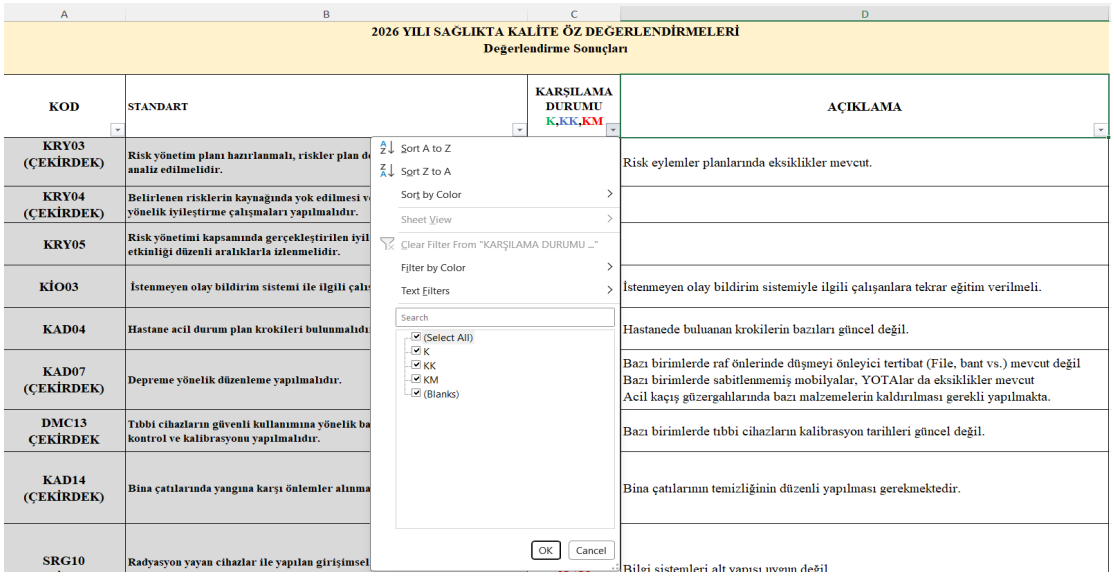


Figure 1. Excel View of the Collected Data

By reporting adverse experiences and process failures encountered during care, patients and their families contribute substantially to hospital quality systems as external stakeholders. Online feedback forms created by hospital administrations and the application form used by patient rights units, shown in Table 2, therefore make an important contribution to the process.

Table 2. Patient Rights Unit Application Form

<table>
<tr><td colspan="3">APPLICANT INFORMATION</td><td colspan="2">INFORMATION ON THE STAFF MEMBER AND INSTITUTION CONCERNED</td></tr>
<tr><td>NAME</td><td colspan="2"></td><td rowspan="2">PROVINCE</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>SURNAME</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>T.R. IDENTITY NUMBER</td><td colspan="2"></td><td>UNIT</td><td></td></tr>
<tr><td>OCCUPATION</td><td colspan="2"></td><td rowspan="3">STAFF MEMBER'S FULL NAME</td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>SEX / AGE</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>EDUCATIONAL BACKGROUND</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>ADDRESS</td><td colspan="2"></td><td>STAFF MEMBER'S TITLE</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">TELEPHONE NUMBERS</td><td>HOME</td><td></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>CELL</td><td></td></tr>
<tr><td>WORK</td><td></td></tr>
<tr><td>EMAIL ADDRESS</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>DATE</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">APPLICANT'S FULL NAME / SIGNATURE</td><td colspan="2">PATIENT RIGHTS UNIT OFFICER'S FULL NAME / SIGNATURE</td></tr>
<tr><td colspan="5">DESCRIPTION AND SUBJECT OF THE APPLICATION</td></tr>
</table>

Quality Management Processes at the Study Hospital

A quality management organizational chart is a fundamental managerial tool: by defining authority, duties, and responsibilities, it prevents ambiguity and duplication of work. In healthcare institutions, where operations directly affect human life, such a chart is more than an administrative diagram; it supports patient safety and clinical risk management. The university research and application hospital examined in this study has a defined quality management structure (Figure 2). The chief physician, as the hospital's senior executive, holds primary responsibility, followed by deputy chief physicians and the quality unit under their supervision, including the head of that unit. Hospital quality and accreditation processes are conducted in accordance with standards established by the Ministry of Health. These standards cover clinical and administrative services and are intended to improve patient and staff satisfaction while safeguarding both groups. As Figure 2 shows, the hospital's quality management processes are therefore carried out within an organizational framework led by the chief physician.

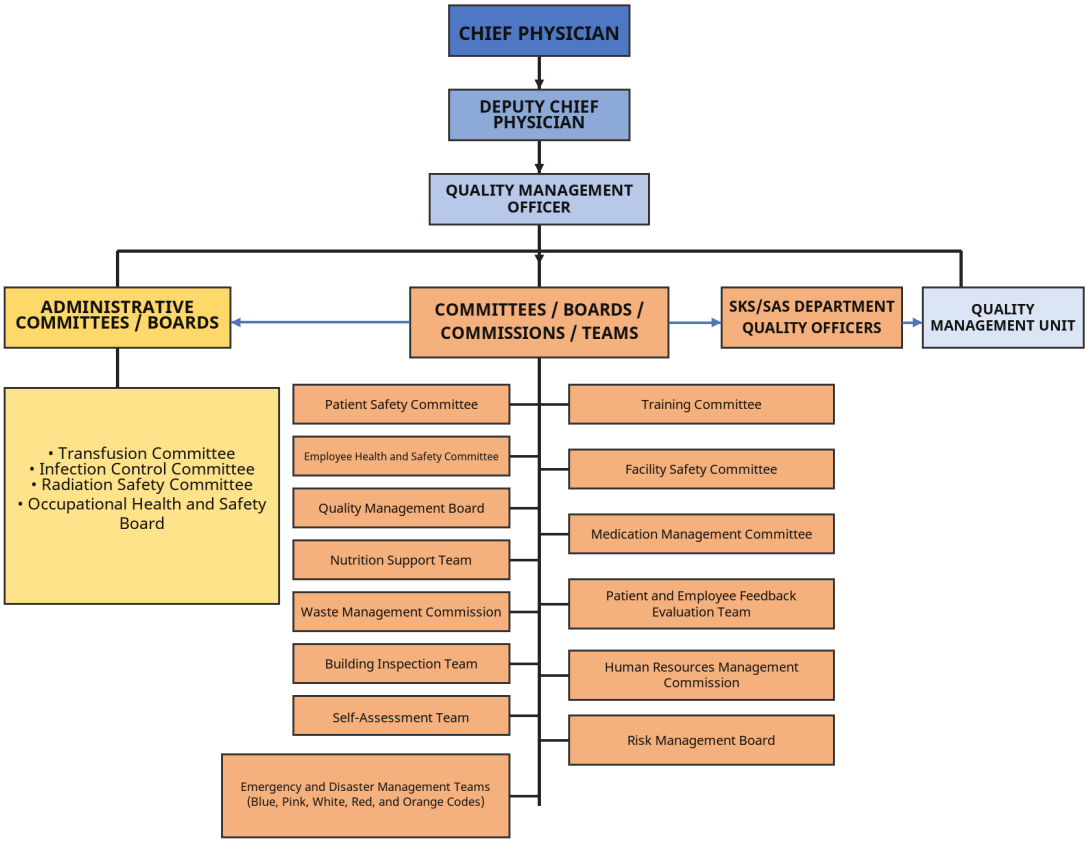


Figure 2. Quality Management Organizational Chart

Hospital Quality Management Processes, Data-Collection Intervals, and Inputs to Decision-Making

Hospitals differ substantially from other service organizations. As complex institutions characterized by extensive specialization and division of labor, they are also technology-intensive environments (Yaş, 2021). Supporting quality processes therefore requires data to be collected from, or through, numerous information systems. Job descriptions and the organizational structure shown in Figure 2 are consequently important.

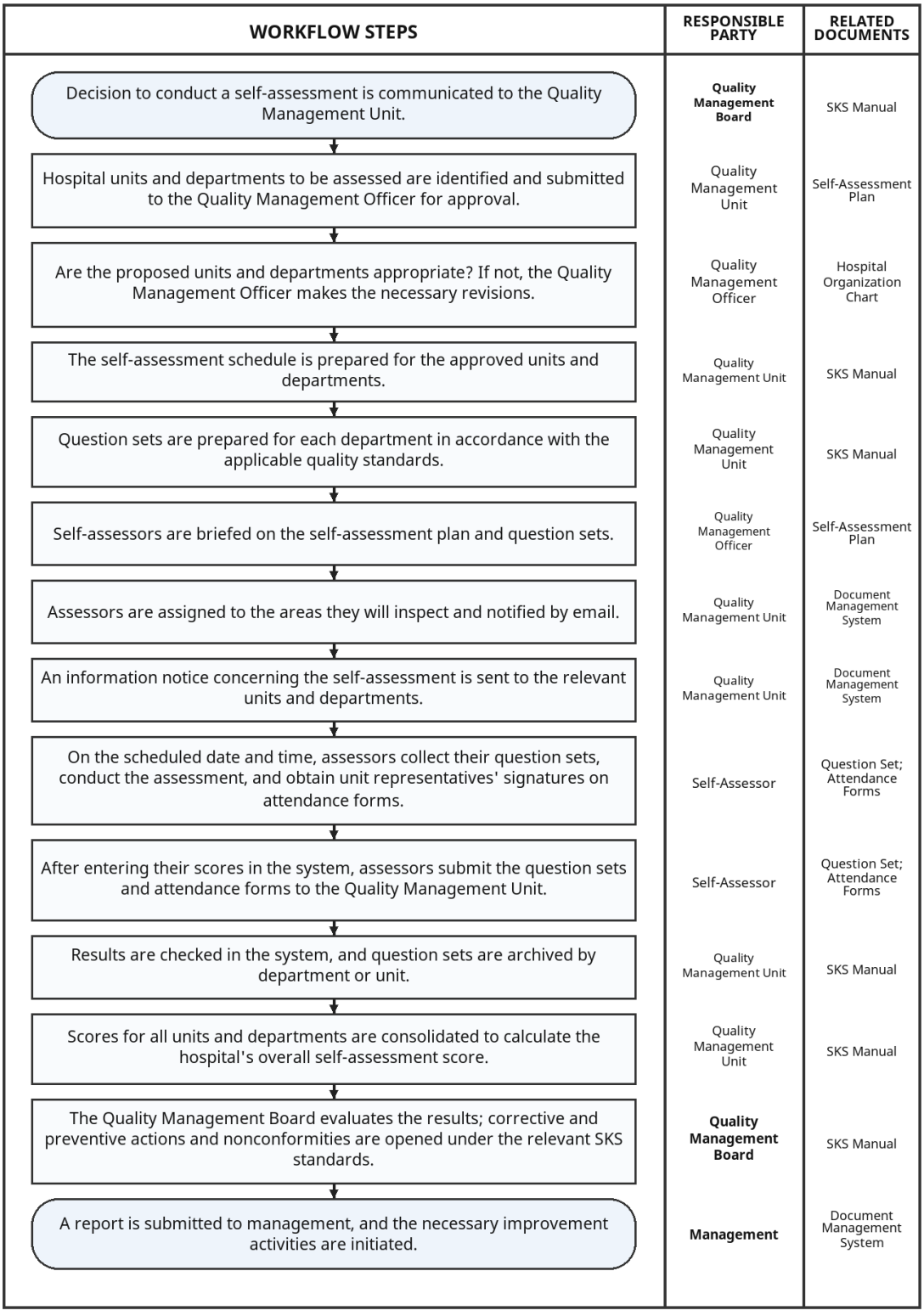


Figure 3. Self-Assessment Workflow

Committees and commissions specified in the standards are established within this quality management structure and evaluate policies, methods, nonconformities, feedback, and other matters related to service processes. In accordance with quality standards, hospitals conduct self-assessments twice a year using the workflow shown in Figure 3, and relevant data are collected. Nonconformities identified through self-assessment and patient feedback, together with processes requiring improvement, are considered by the appropriate committees and commissions before managerial decisions are made. Through this structure, quality management contributes directly to hospital decision-making: identified nonconformities and patient feedback constitute process inputs, while improvement decisions made by committees and commissions constitute process outputs.

FINDINGS

Quality management encompasses the standards applicable to all hospital units and processes and guides the effective delivery of high-quality healthcare. Quality activities identify services and processes that are failing or require improvement. Committees then determine methods and policies to correct the identified problems, prevent recurrence, and support further development. In organizational terms, this function is especially important in complex institutions such as hospitals because it consolidates process data for management and helps identify the units and processes requiring closer examination. Quality management therefore serves as a significant decision support mechanism in hospital administration. Screenshots from the prototype application are presented in Figures 4–8.

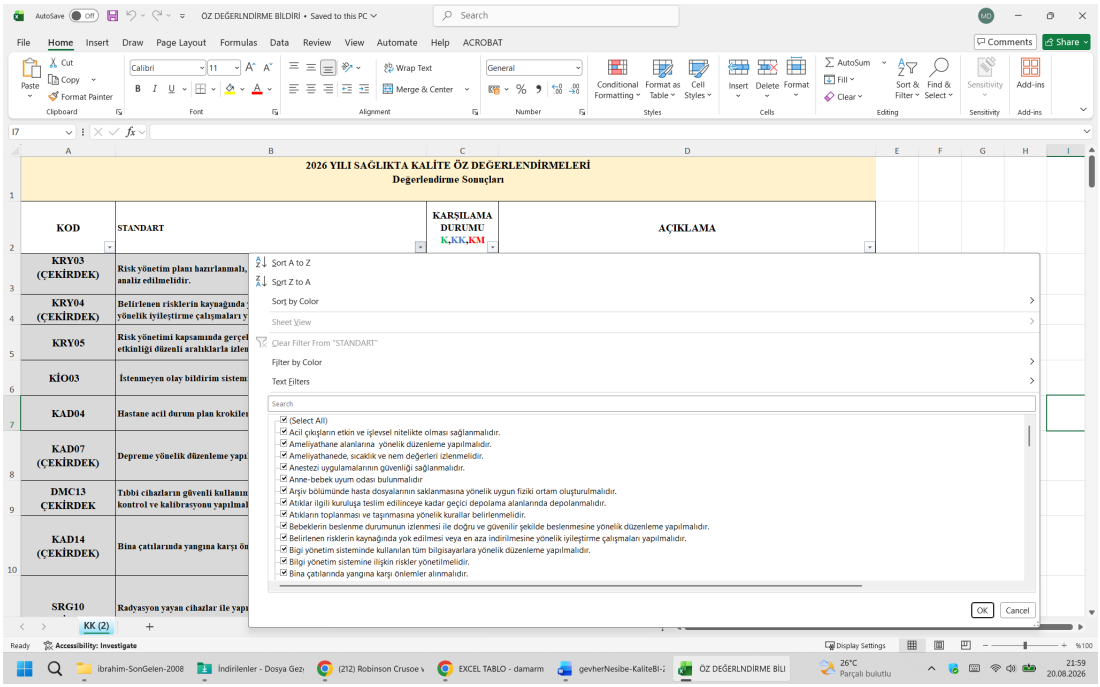


Figure 4. Data Cleaning and User Feedback in the Excel Form

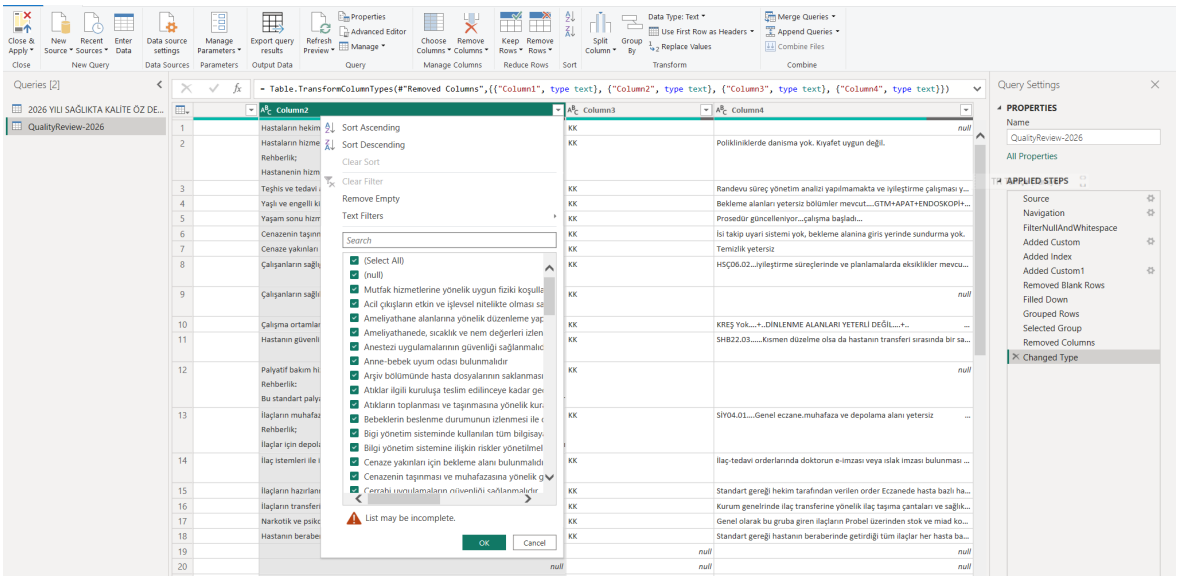


Figure 5. Preparation of Quality Data in Microsoft Power BI—I

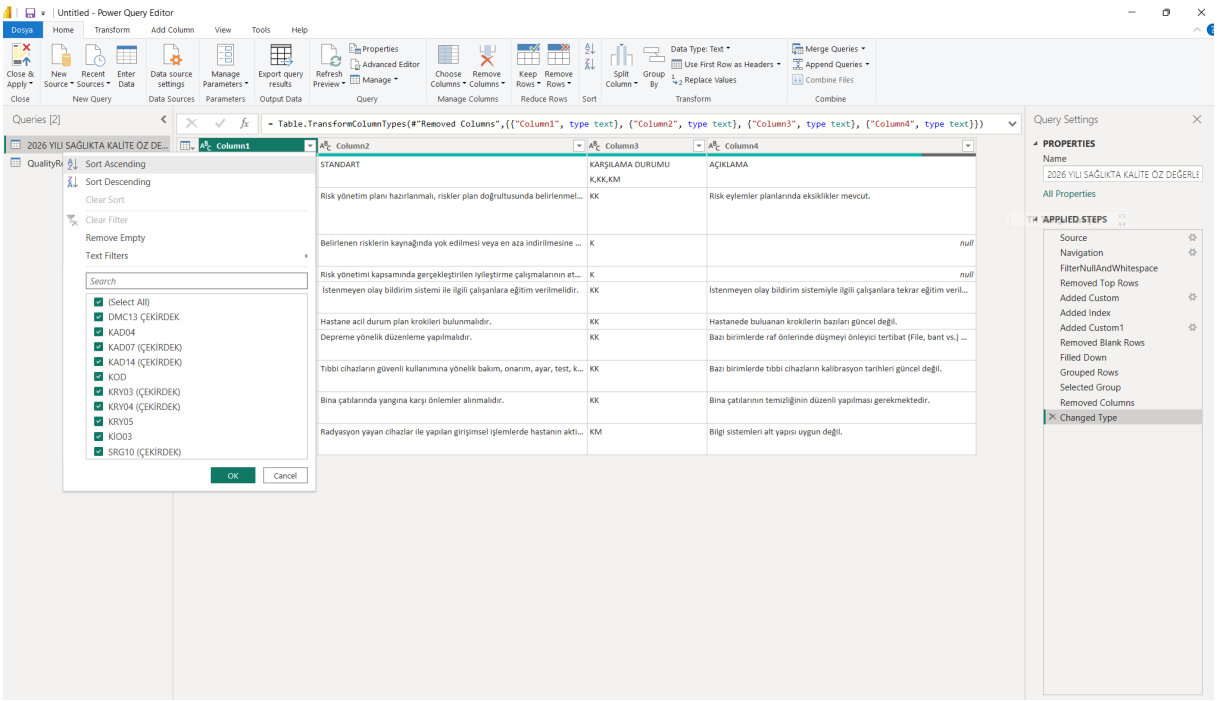


Figure 6. Preparation of Quality Data in Microsoft Power BI—II

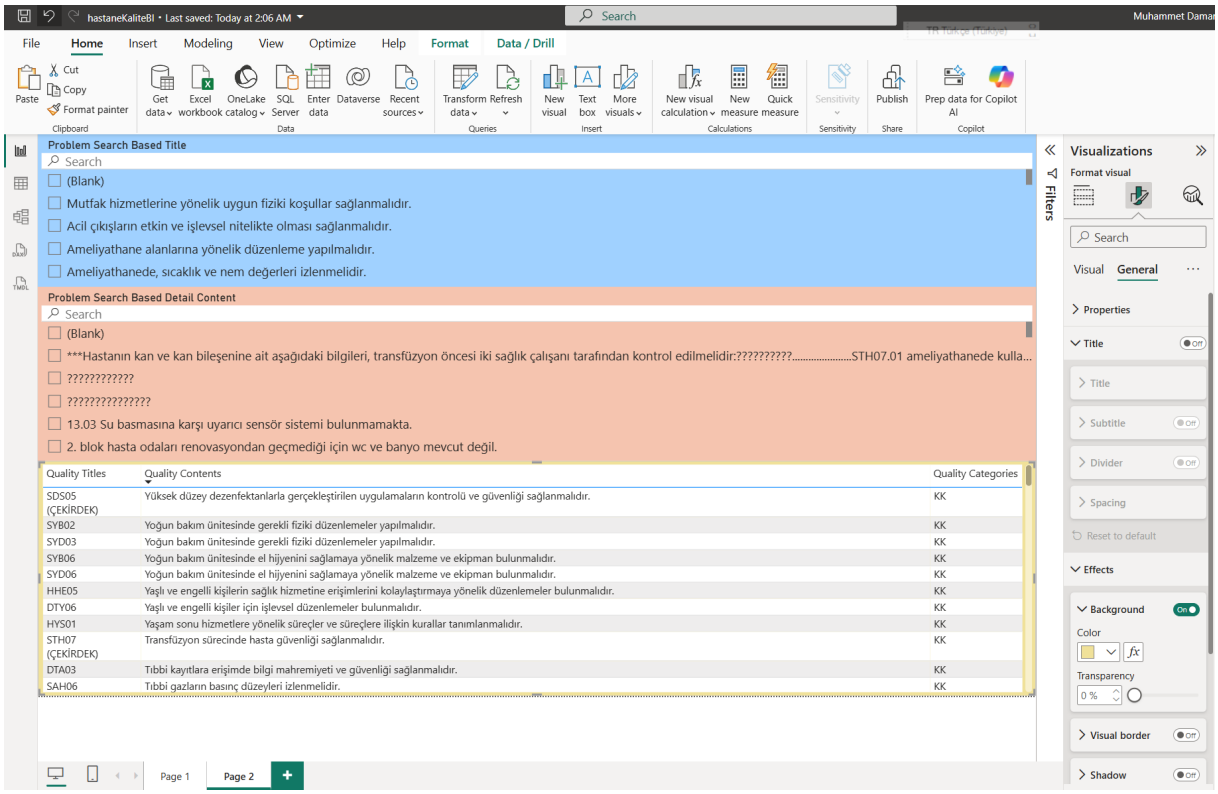
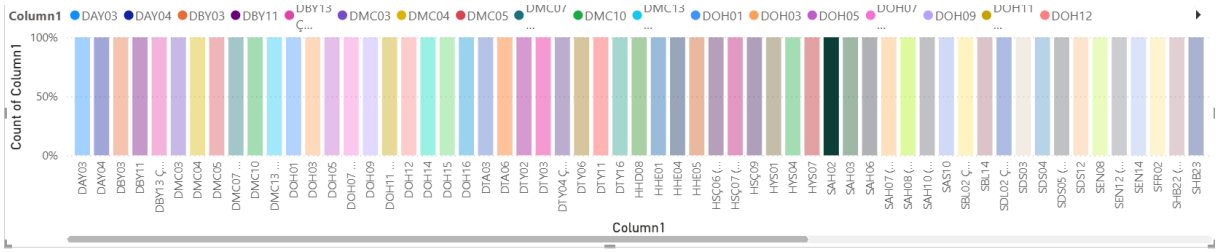


Figure 7. Preparation of Quality Data in Microsoft Power BI—III



Quality Titles	Quality Contents	Quality Categories
SİY13		
SİY14		
SİY15		
DOH09	Mutfak hizmetlerine yönelik uygun fiziki koşullar sağlanmalıdır.	KK
DTY04 ÇEKİRDEK	Acil çıkışların etkin ve işlevsel nitelikte olması sağlanmalıdır.	KK
SAH02	Ameliyathane alanlarına yönelik düzenleme yapılmalıdır.	KK
SAH03	Ameliyathanede, sıcaklık ve nem değerleri izlenmelidir.	KK
SAH08 (ÇEKİRDEK)	Anestezi uygulamalarının güvenliği sağlanmalıdır.	KK
SYD08	Anne-bebek uyum odası bulunmalıdır	KK
DTA06	Arşiv bölümünde hasta dosyalarının saklanmasına yönelik uygun fiziki ortam oluşturulmalıdır.	KK
DAY04	Atıklar ilgili kuruluşa teslim edilinceye kadar geçici depolama alanlarında depolanmalıdır.	KK
DAY03	Atıkların toplanması ve taşınmasına yönelik kurallar belirlenmelidir.	KK
SYD13 ÇEKİRDEK	Bebeklerin beslenme durumunun izlenmesi ile doğru ve güvenilir şekilde beslenmesine yönelik düzenleme yapılmalıdır.	KK
DBY11	Bigi yönetim sisteminde kullanılan tüm bilgisayarlara yönelik düzenleme yapılmalıdır.	KK
DBY03	Bilgi yönetim sistemine ilişkin riskler yönetilmelidir.	
SBL02	Biyokimya laboratuvar testleri ile ilgili analiz öncesi süreçler kontrol altında tutulmalıdır.	KK

Figure 8. Preparation of Quality Data in Microsoft Power BI—IV

DISCUSSION AND CONCLUSION

Inadequate implementation of hospital quality management exposes administrators and institutions to multiple risks. Nonconformities affecting patient or staff safety may lead to adverse events and legal consequences. For example, an incident that harms an employee could create legal liability for hospital management. Unresolved nonconformities may also result in a low score during a Ministry of Health quality assessment, damaging the hospital's reputation and potentially reducing its medical-tourism capacity and revenue. Ersan (2025) emphasizes that healthcare managers must analyze service processes to provide effective, high-quality care. Activities undertaken within quality management directly affect healthcare quality; quality processes must therefore be implemented effectively and supported by appropriate managerial analysis.

Innovation in health technologies and treatment methods, continually rising patient expectations, and increasing competition are among the principal challenges confronting healthcare organizations (Kaya & Sarıçoban, 2022). Under these conditions, quality management can become highly complex. As Damar et al. (2022) note, BI offers a solution by integrating data from multiple systems. Olszak and Batko (2012) found that BI systems can create competitive advantage and deliver clear benefits to healthcare organizations. Healthcare organizations increasingly recognize that data and BI systems play a crucial role in decisions intended to improve patient outcomes and the quality of medical services (Janyapoon et al., 2021). This creates important opportunities for hospital quality management. Correcting deficiencies and managing areas for improvement can strengthen service quality and institutional performance. It can also help a hospital perform successfully in Ministry of Health assessments, enhance its reputation, and potentially increase both general and medical-tourism patient volumes, with positive financial effects. Most importantly, improvements in patient and staff safety can raise satisfaction; greater staff satisfaction can, in turn, increase motivation and support higher-quality service delivery.

Quality is an important source of competitive advantage, and hospitals increasingly emphasize quality as a means of retaining loyal service users. The Ministry of Health has also undertaken major initiatives in this area. Quality units conduct internal audits, while the Ministry's Directorate of Quality and Accreditation in Healthcare performs periodic external quality assessments (Akar et al., 2015). Institutions developing a quality management system from the outset must identify all stakeholders and define what data will be collected from each, when collection will occur, and who will be responsible. Staff in the relevant units must collect, review, and report these data and incorporate the findings into hospital management as strategic input. Even organizations with established quality management systems may need to consolidate data collected from many stakeholders at different times and through different tools and systems. BI and data warehousing address precisely this requirement. As the prototype demonstrates, BI can also provide effective decision support for monitoring complex processes involving relatively small data volumes.

The seamless integration of quality management with digital infrastructure is a key determinant of efficiency in modern healthcare services (Yorulmaz & Meral, 2025). The implementation challenges associated with widespread quality accreditation in healthcare institutions, together with the roles of digitalization and incentive mechanisms, have not yet been examined in sufficient depth (Araç & Koç, 2025). The present study contributes to this area by demonstrating, through a case study, that BI can be used as a monitoring and evaluation tool to support more effective healthcare delivery. The same approach may

also be applied to many other analytical and monitoring functions across the healthcare system.

In today's competitive environment, organizations seek not only to maintain high standards but also to deliver quality at lower cost. Competition therefore drives improvements in goods and services while compelling organizations to innovate and develop cost-reducing systems. The capacity to do so has become a fundamental condition of organizational survival (Çavmak, 2018). The same principle applies to healthcare institutions. The prototype developed in this study shows that BI can support cost-effective quality management, particularly in smaller institutions.

Integrating quality management data with BI applications can provide rapid, effective access to information on hospital processes and departments. By enabling relevant analyses and incorporating both raw and processed data into a data warehouse, BI can assist healthcare managers in making sound strategic decisions. The effects of interventions in service processes then become more readily measurable, supporting the quantitative assessment of healthcare quality. BI can thus become an important management tool for hospitals committed to high-quality care. Incorporating BI into quality management enables faster and easier analysis in dynamic organizations such as hospitals, supporting both improved service quality and its sustainability.

REFERENCES

Akar, Y., Gülhan, Y. B., & Acar, P. (2015). Sağlık sektöründe kalite yönetimi, sağlık yöneticilerinin kalite anlayışı (Ankara İli Örneği). *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, *2*(2), 76-81. https://doi.org/10.5455/sad.2015131438505031

Alagöz, A., Öge, S., & Koçyiğit, N. (2013). Muhasebe Bilgi Sistemi ve Karar Destek Sistemleri İlişkisinin Yönetsel Karar Alma Faaliyetlerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30, 27-40. https://izlik.org/JA86DD46XK

Araç, S., & Koç, E. S. (2025). Akredite Ve Akredite Olmayan Hastanelerin Yönetim, Kalite Ve Kurumsal Eğitim Yapılarının Karşılaştırmalı Analizi. *International Anatolia Academic Online Journal Health Sciences*, *11*(2), 737-755. https://izlik.org/JA87DB69WE

Arribathi, A. H., Supriyanti, D., Astriyani, E., & Rizky, A. (2021). Peran teknologi informasi dalam pendidikan agama islam untuk menghadapi tantangan di era global dan generasi z. *Alfabet Jurnal Wawasan Agama Risalah Islamiah, Teknologi Dan Sosial*, *1*(1), 55-64. https://doi.org/10.34306/alwaarits.v1i1.28

Arslan, V., & Yılmaz, G. (2010). Karar Destek Amaçlı Bir Raporlama Aracı. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 3(1),11-16. https://izlik.org/JA86SK22LX

Ateş, H. (2008). Karar vermede iş zekasının önemi: Tekstil sektöründe bir araştırma (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Avcı, K. (2018). Sağlik Hizmetlerinde Kalite İyileştirme Ve Türkiye Sağlik Hizmetleri Kalite Ve Akreditasyon Enstitüsü. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, *1*(1), 1-5. https://izlik.org/JA73DA76LE

Aygar, H., & Önsüz, M. F. (2017). Sağlık Hizmetlerinde Kalite Yönetimi. *Türk Dünyası Uygulama Ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi,* 2(1), 26-32. https://izlik.org/JA29XB27GP

Celik, B., Damar, M., Bilik, O., Ozdagoglu, G., Ozdagoglu, A., & Damar, H. T. (2023). Scientometric analysis of nursing research on hip fracture: trends, topics, and profiles. Acta Paulista de Enfermagem, 36, eAPE026132. https://doi.org/10.37689/acta-ape/2023AO0261332

Çavmak, D. Ç. (2018). Sağlık Hizmetlerinde Yalın Yönetim: Bir Özel Hastane Koroner Yoğun Bakımı Değerlendirmesi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi Ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, *4*(1), 54-73. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/471495

Çelik, L. (2006). Karar destek sistemlerinin karar verme sürecindeki rolü (Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede incelenmesi) (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Çetinyokuş, T., & Gökçen, H. (2002). Borsada göstergelerle teknik analiz için bir karar destek sistemi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *17*(1), 43-58. https://izlik.org/JA37ST86LH

Damar, M, Özdağoğlu, G., & Saso, L. (2022). Designing a business intelligence-based monitoring platform for evaluating research collaborations within university networks: the case of UNICA - the Network of Universities from the Capitals of Europe. *Information Research, 27*(4), paper 945. https://informationr.net/ir/27-4/paper945.html

Damar, M. (2021). Endüstri 4.0 Çağında Yükseköğretim Kurulumları İçin Tedarik Zinciri Yönetiminde Bir İş Zekâsı Karar Destek Sistemi Uygulaması. İzmir Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 144-158. https://doi.org/10.47899/ijss.20213204

Damar, M. (2022). Student mobility management system and business intelligence solution for higher education institutions. *Journal of University Research*, *5*(3), 263-275. https://doi.org/10.32329/uad.1067442

Damar, M. (2024). Sağlık sektöründe karar destek araçları: İş zekâsı, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay zeka uygulamaları. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, *6*(2), 90-115. https://doi.org/10.47899/ijss.1591168

Damar, M., & Karaman, D. (2021). Açık veri ve iş zekâsı teknolojisi: İstanbul Büyükşehir Belediyesi dava verileri üzerine bir değerlendirme. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 5(2), 206-228. https://doi.org/10.31200/makuubd.899741

Damar, M., & Özen, A. (2024). Sayıştay denetiminde akıllı raporlama: Büyük veri ve iş zekası teknolojisi. M. Önder & H. Ö. Köse (Ed.), *Kamu yönetiminde denetim: Temel paradigmalar, değişim ve yeni yönelişler* içinde (ss. 247-270). Ankara: Sayıştay Başkanlığı.
https://www.researchgate.net/publication/377927537_Sayistay_Denetiminde_Akilli_Raporlama_Buyuk_Veri_ve_Is_Zekasi_Teknolojisi

Damar, M., Özdağoğlu, G., & Özdağoğlu, A. (2018). İş zekasını ve ilgili teknolojileri konu alan araştırmalara küresel ölçekte bilimetrik bakış. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, *13*(2), 197-217. https://izlik.org/JA97HW65TY

Emhan, D. A. (2007). Karar Verme Süreci Ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(21), 212-224. https://izlik.org/JA78NL64SN

Eren, A., & Kaya, M. D. (2019). İş zekâsı sistemlerinde karar verme başarısının incelenmesi. Business & Management Studies: An International Journal, 7(5), 2148-2176. http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v7i5.1257

Ersan, A. (2025). Sağlıkta Kalite Yönetimi Açısından Kaliteyi Kolaylaştırıcı Uygulamalar. *Journal of Health and Management (Sağlık ve Yönetim Dergisi)*, *5*(1),19-39. http://www.jhealthmgmt.com/index.php/JHM/article/view/49

Ertaş, H., & Çelik, Ö. (2018). Sağlıkta Kalite Standartları Üzerine Nitel Bir Değerlendirme. Sağlık Yönetimi Dergisi, 2(1), 18-40. https://izlik.org/JA46UG82UT

Hart, M., Esat, F., Rocha, M., & Khatieb, Z. (2007). Introducing students to business intelligence: acceptance and perceptions of OLAP software. Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline, 4(1), 105-123. https://proceedings.informingscience.org/InSITE2007/IISITv4p105-123Hart327.pdf

Hmoud, H., Al-Adwan, A. S., Horani, O., Yaseen, H., & Al Zoubi, J. Z. (2023). Factors influencing business intelligence adoption by higher education institutions. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 9(3), 100111. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100111

Janyapoon, S., Liangrokapart, J., & Tan, A. (2021). Critical success factors of business intelligence implementation in Thai hospitals. *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics (IJHISI)*, *16*(4), 1-21. igi-global.com/viewtitle.aspx?titleid=279319

Karaalp, E. (2023). Sağlık kurumlarında sağlıkta kalite standartlarının sağlık çalışanları performansına etkisinin incelenmesi (*Yüksek Lisans Tezi*). Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Karahüseyinoğlu, E. K. (2021). Kalite Yönetimi Perspektifinde Sağlık Hizmetleri. Journal of Academic Value Studies, (3), 394-402. https://doi.org/10.29228/javs.52422

Kavak, D. G. (2018). Türkiye Sağlık Hizmetleri Kalite Ve Akreditasyon Enstitüsü (Tüska) Sağlıkta Akreditasyon Standartları. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, *1*(1), 14-20. https://izlik.org/JA39XN73KC

Kaya, M., & Sarıçoban, S. (2022). Sağlık Kurumlarında İyi Uygulama Örnekleri: Türkiye İncelemesi. Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 5-10. https://doi.org/10.34087/cbusbed.933264

Kılıç, U., & Uzun, H. (2023). Sağlık Hizmetlerinde Kalite Yönetimi: Elazığ Örneği. *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, *10*(20), 83-111. https://izlik.org/JA35GM83ZX

Kissi, P., Nat, M., & Idowu, A. (2017). Taking business intelligence to business education curriculum: graduate students' concerns. Business, Management and Economics Engineering, 15(1), 77-90. https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=549381

Kokina, J., Blanchette, S., Davenport, T. H., & Pachamanova, D. (2025). Challenges and opportunities for artificial intelligence in auditing: Evidence from the field. International Journal of Accounting Information Systems, 56, 100734. https://doi.org/10.1016/j.accinf.2025.100734

Lüleci, M., İkizler, C., & Aytekin, G. K. (2019). Sağlık kurumlarında toplam kalite yönetimi TKY ve personel performansını etkileyen faktörler: bir vakıf üniversite hastanesi örneği. Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16), 13-41. https://izlik.org/JA42GX62FW

Olszak, C. M., & Batko, K. (2012). Business Intelligence Systems. New Chances and Possibilities for Healthcare Organizations. *Business Informatics/Informatyka Ekonomiczna*, *3*(25), 123-138. https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=78386

Rahman, K. O., Islam, M. S., Rezvi, R. I., Hasan, M., Khanam, A., Nasrullah, F., ... & Akash, A. H. (2025). AI-Driven Next-Gen US Retail: An Empirical Study on Optimizing Supply Chains by leveraging Artificial Intelligence, Business Intelligence, and Machine Learning. Journal of Computer Science and Technology Studies, 7(1), 258-264. https://orcid.org/0009-0001-3548-4370

Tutar, H. (2010), Yönetim Bilgi Sistemi, Ankara: Seçkin Yayın Evi.

Weirich, T. R., Tschakert, N., & Kozlowski, S. (2018). Teaching data analytics skills in auditing classes using Tableau. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, *15*(2), 137-150. https://doi.org/10.2308/jeta-52264

Wixom, B., Ariyachandra, T., Douglas, D., Goul, M., Gupta, B., Iyer, L., ... & Turetken, O. (2014). The current state of business intelligence in academia: The arrival of big data. Communications of the Association for information Systems, 34(1), 1. https://doi.org/10.17705/1CAIS.03401

Yaş, S. Z. (2021). Toplam Kalite Yönetimi Anlayışının Sağlık Hizmetlerinde Uygulanması. *Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi*, *1*(1), 21-43. https://izlik.org/JA57DP89YB

Yıldız, O., Dağdeviren, M., & Çetinyokuş, T. (2013). İşgören Performansının Değerlendirilmesi İçin Bir Karar Destek Sistemi Ve Uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1). https://izlik.org/JA52KR56MG

Yorulmaz, M., & Karabulut Meral, K. (2025). Sağlık Kurumlarında Kalite Yönetimi ve Teknoloji Entegrasyonu. Eurasian Journal of Health Technology Assessment, 9(2), 117-130. https://doi.org/10.52148/ehta.1777138

Zamil, M. H., Mohiuddin, M., & Mamun, M. N. H. (2024). Business intelligence systems in finance and accounting: A review of real-time dashboarding using Power BI & Tableau. American Journal of Scholarly Research and Innovation, 3(02), 52-79. https://doi.org/10.63125/fy4w7w04

HASTANE YÖNETİM SÜREÇLERİNDE BÜYÜK DİL MODELLERİNİN KULLANIMI: LİTERATÜR TARAMASI VE ÖRNEK BİR UYGULAMA

THE USE OF LARGE LANGUAGE MODELS IN HOSPITAL MANAGEMENT PROCESSES: A LITERATURE REVIEW AND A CASE APPLICATION

Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAMAR

Muğla Sıtkı Koçman University, Fethiye Faculty of Business Administration, Department of Management Information Systems, Muğla, Türkiye

ORCID NO: 0000-0002-3985-3073

İbrahim YÜKSEL

Dokuz Eylül University Research and Application Hospital, İzmir, Türkiye

ORCID NO: 0000-0002-6323-8337

Melih TAKYACİ

Dokuz Eylül University, Faculty of Science, Department of Computer Science, İzmir, Türkiye

ORCID NO: 0009-0008-5987-5924

ABSTRACT

This study examined the potential applications of large language models in hospital management. As part of our study, we conducted a comprehensive review of the Turkish and English literature and subsequently developed a small-scale pilot application. The application aimed to convert Turkish free-text referral information into structured data. We generated 120 synthetic referral records using fixed seed values and rule-based templates. Each record was written under two conditions: clean and noisy. Thus, a total of 240 free-text records were obtained. The Qwen2.5-7B model with open weighting was used in a local environment. During the development of the application, the model was not retrained, nor was it fine-tuned. Evaluation was conducted on 720 calls, and the field accuracy was 96.2% for clean text. In noisy text, however, it dropped to 82.2%. The proportion of records where all ten fields were correctly extracted was 64.2% in clean text. In noisy text, this proportion was 10.0%. Our language model outperformed the baseline only in noisy text, though this advantage was limited to a narrow margin. In the gold standard, 120 fields were left blank. The model filled in 11 of these under noisy conditions. The filled-in values have no corresponding entries in the source text. This finding highlights the necessity of human oversight. Comparing the output with the source text is also essential. The results indicate that locally weighted models can be used to structure reference information. However, noisy texts pose a significant risk. In addition, date expressions require careful attention. The risk of generating unsubstantiated information cannot be overlooked either. Therefore, selective automation on a field-by-field basis appears more realistic. Human oversight must be an integral part of this approach. This study offers a conceptual and practical assessment for healthcare administrators and health informatics researchers.

Keywords: Health informatics, large language models, decision support systems, artificial intelligence.

ÖZET

Bu çalışmada büyük dil modellerinin hastane yönetimindeki kullanım olanakları ele alındı. Çalışmamız kapsamında geniş kapsamlı Türkçe ve İngilizce literatür değerlendirilmesi gerçekleştirildi ve ardından küçük ölçekli bir örnek uygulama geliştirildi. Uygulama kapsamında, Türkçe serbest metin başvuru bilgilerini yapılandırılmış veriye dönüştürülmesi amançlanmıştır. Sabit tohum ve kural tabanlı şablonlarla 120 sentetik başvuru kaydı üretilmiştir. Her kayıt temiz ve gürültülü olmak üzere iki koşulda yazılmıştır. Böylece toplam 240 serbest metin elde edilmiştir. Yerel ortamda açık ağırlıklı Qwen2.5-7B modeli kullanılmıştır. Uygulamanın geliştirilmesi sırasında, model yeniden eğitilmedi ve ince ayar da yapılmamıştır. Değerlendirme 720 çağrı üzerinden yürütülmüştür ve alan doğruluğu temiz metinlerde %96,2 çıkmıştır. Gürültülü metinlerde ise %82,2 düzeyine düşmüştür. On alanın tamamının doğru çıkarıldığı kayıtlar temiz metinlerde %64,2 oranında kalmıştır. Gürültülü metinlerde bu oran %10,0 olmuştur. Dil modelimiz yalnızca gürültülü metinlerde öne geçmiştir. Bu üstünlük de dar bir farkla sınırlı kalmıştır. Altın standartta 120 alan boş bırakılmıştır. Model gürültülü koşulda bunların 11'ini doldurmuştur. Doldurulan değerlerin kaynak metinde karşılığı yoktur. Bu bulgu insan denetiminin gerekliliğini göstermektedir. Çıktının kaynak metinle karşılaştırılması da şarttır. Sonuçlar yerel açık ağırlıklı modellerin başvuru bilgilerini yapılandırmada kullanılabileceğine işaret etmektedir. Ancak gürültülü metinler önemli bir risk oluşturmaktadır. Bunun yanında tarih ifadeleri de dikkat gerektirmektedir. Dayanaksız bilgi üretimi riski aynı şekilde göz ardı edilemez. Bu nedenle alan bazında seçici bir otomasyon daha gerçekçi görünmektedir. İnsan denetimi bu kullanımın ayrılmaz parçası olmalıdır. Çalışma sağlık yöneticileri ve sağlık bilişimi araştırmacıları için kavramsal ve uygulamalı bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sağlık bilişimi, büyük dil modelleri, karar destek sistemleri, yapay zeka.

INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) represents one of the most complex and multifaceted domains within computer science, aiming to emulate and ultimately surpass human intelligence (Coşkun & Gülleroğlu, 2021; Bal & Sarıkaya, 2022; Tan, 2025). Driven by the rapid advancement of computational technologies, this paradigm has shifted, leading to the progressive integration of AI systems into daily routines and clinical workflows. In particular, the evolution of deep learning methodologies—a specialized subfield of AI—has enabled algorithmic solutions to achieve superior processing speed and diagnostic/analytical accuracy (Karabıyık et al., 2024).

Prominent among ongoing scholarly debates is the broader societal and structural impact of these algorithms (Demir, 2024). In this context, Sheikh (2020) underscored the multifaceted implications of AI across various domains of social life, positing that AI technologies not only augment human-driven innovation but also serve as vital instruments for monitoring critical structural and infrastructural determinants essential for sustained human well-being.

Artificial intelligence has been utilized in medicine for decades. Today, large language models (LLMs) and advanced AI architectures are transforming diagnostic procedures through image analysis, reinforcing clinical decision support systems by rapidly and effectively processing high-volume datasets, clinical records, and electronic health data, thereby paving the way for precision and personalized medicine (Alowais et al., 2023). As evidenced, AI technologies are increasingly establishing a robust presence across the healthcare sector (Tarcan et al., 2024; Uzun, 2020; Damar, 2024).

Generative AI models, which gained significant traction following the introduction of ChatGPT, have garnered widespread attention. AI is projected to achieve an economic footprint of approximately 13 trillion USD by 2030 (Damar et al., 2024a). However, as observed across other domains, the integration of AI in healthcare entails both substantial opportunities and distinct challenges. Evaluating the deployment paradigms of generative AI within health sciences and healthcare delivery is therefore critical. Such comprehensive assessments provide policymakers and health administrators with the strategic foresight necessary to formulate evidence-based regulatory frameworks. In this regard, the present study is expected to make a substantial contribution to the literature through both the developed large language model application and an extensive synthesis encompassing both Turkish and English scholarship.

METHODOLOGY AND SYSTEM IMPLEMENTATION

In our prototype application, the question-answering capabilities of large language models were leveraged. Dwivedi and Singh (2013) posited that question answering is a natural language processing task designed to provide accurate responses to natural language queries, thereby facilitating human–computer interaction. They emphasized that a question-answering system must comprehend natural language text, linguistic structures, and contextual shared knowledge.

Trained on massive text and code corpora, these models demonstrate human-level performance across diverse tasks, including text generation, machine translation, multifaceted content composition, and answering complex user queries (Karabıyık et al., 2024). In our developed framework, the Qwen large language model was selected to build a prototype kiosk application utilizing synthetic data. The local deployment of the Qwen LLM was executed on-premises, enabling the simulation of the target kiosk operational environment.

Qwen is a series of large language and large multimodal models developed by Alibaba Group's Qwen Team. Developed by Alibaba Cloud and offering both open-source and proprietary releases, Qwen constitutes a robust family of foundational and multimodal AI architectures. It delivers globally competitive performance in natural language processing, code synthesis, multilingual support, and complex visual reasoning. Qwen encompasses capabilities including natural language understanding, text generation, image comprehension, audio processing, tool use, role-playing, and agentic workflows. Both the language and multimodal variants are pretrained on large-scale multilingual and multimodal datasets and subsequently fine-tuned on high-quality curated data for human preference alignment. Available in both proprietary/closed-source and open-source formats (Qwen, 2026), the open-source **Qwen2.5:7b** parameter model variant was employed in this study.

The kiosk client transmitted strictly the end-user utterance with each discrete query. Consequently, the system operates in an effectively single-turn, stateless paradigm. In terms of experimental measurement, this architectural choice ensures query independence; from an operational perspective, it indicates that multi-turn context retention and anaphoric

follow-up queries are not supported. Throughout the system development pipeline, language incongruities and cross-lingual discrepancies between Turkish and English were systematically resolved.

FINDINGS

The primary evaluation metrics of the study are summarized in Table 1. The model achieved a field-level accuracy of 96.2% on clean text inputs, whereas this rate declined to 82.2% under noisy conditions. In terms of record-level exact match accuracy, the system attained 64.2% in the clean condition, dropping substantially to 10.0% in the noisy condition. This marked discrepancy demonstrates that high field-level accuracy does not necessarily translate into completely error-free record extraction; an error in merely one out of ten fields compromises the integrity of the entire record.

Table 1. Primary evaluation metrics of the study

Metric	**Result (95% Wilson CI; numerator/denominator**
Qwen2.5-7B Field-Level Accuracy – Clean	96.2% (95.0%–97.2%; 1155/1200)
Qwen2.5-7B Field-Level Accuracy – Noisy	82.2% (80.0%–84.3%; 987/1200)
Rule-Based Field-Level Accuracy – Clean	99.2% (98.5%–99.5%; 1190/1200)
Rule-Based Field-Level Accuracy – Noisy	78.6% (76.2%–80.8%; 943/1200)
Qwen2.5-7B Record-Level Exact Match Accuracy – Clean	64.2% (55.3%–72.2%; 77/120)
Qwen2.5-7B Record-Level Exact Match Accuracy – Noisy	10.0% (5.8%–16.7%; 12/120)
Rule-Based Record-Level Exact Match Accuracy – Clean	91.7% (85.3%–95.4%; 110/120)
Rule-Based Record-Level Exact Match Accuracy – Noisy	8.3% (4.6%–14.7%; 10/120)
Ungrounded (Hallucinated) Values – Qwen2.5-7B, Noisy	9.2% (5.2%–15.7%; 11/120)
Ungrounded (Hallucinated) Values – Rule-Based, Noisy	0.0% (0.0%–3.1%; 0/120)

The rule-based extractor outperformed the language model on clean texts, achieving a field-level accuracy of 99.2% and a record-level accuracy of 91.7%. The superiority of the language model emerged solely under noisy conditions and was confined to a modest margin in field-level accuracy (82.2% vs. 78.6%). Conversely, the rule-based baseline generated no ungrounded or hallucinated values unsupported by the source text under any condition.

In the admission date field, across all 10 errors observed under the clean condition, the model altered the explicitly stated year in the text and erroneously produced the value 2023. No errors were detected when dates were originally formatted in ISO standard; rather, inaccuracies were concentrated in instances requiring format conversion from DD.MM.YYYY representations or temporal arithmetic on relative date expressions (Figure 1). Each bar represents the point estimate, while the error bars denote the 95% Wilson confidence intervals.

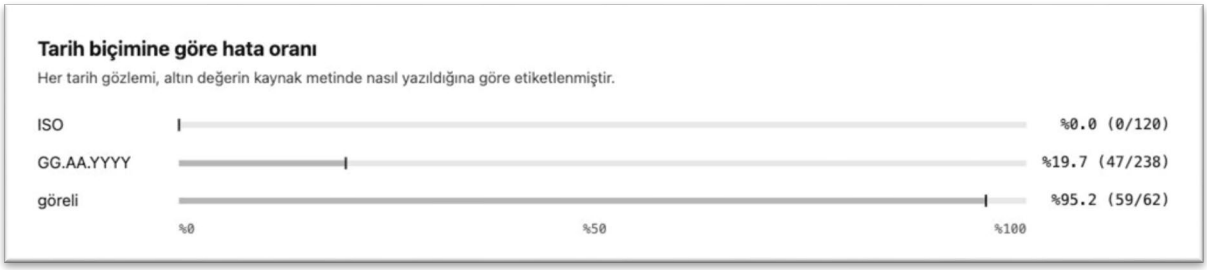


Figure 1. Distribution of date errors according to formatting patterns in the source text

In the second experimental run (Table 2), in which two explicit constraints instructing the preservation of dates were incorporated into the main prompt, the error rate for the DD.MM.YYYY date format under noisy conditions dropped from 24.3% to 0.0%. In contrast, the error rate for relative date expressions exhibited only a marginal decrease from 95.2% to 93.5%. Under clean conditions, the same intervention successfully eliminated date errors entirely, reducing the rate from 5.2% to 0.0%, while the accuracy across non-date fields slightly improved from 88.4% to 89.0%. These findings demonstrate that targeted prompt engineering can effectively mitigate format transformation errors; however, it fails to resolve the underlying temporal arithmetic limitations inherent in relative date expressions.

Table 2. Impact of prompt engineering intervention on date extraction errors under noisy conditions

Date format	Main request	Date regular request	Difference (points)
DD.MM.YYYY	24.3% (18.1%–31.8%; 36/148)	0.0% (0.0–2.5%; 0/148)	−24,3
Relative Expression	95.2% (86.7%–98.3%; 59/62)	93.5% (84.6–97.5%; 58/62)	−1,6
Total	45.2% (38.7%–52.0%; 95/210)	27.6% (22.0–34.0%; 58/210)	−17,6

Among the 213 field-level errors observed under the noisy condition, 166 were categorized as incorrect values, 30 as missing extractions, 11 as ungrounded (hallucinated) values, and 6 as misattributed fields. Ungrounded values were exclusively identified within the preferred date and contact information fields. Notably, across all 720 model invocations, no JSON parsing errors or out-of-schema keys were encountered.

Inter-run consistency reached 100% across all fields under the clean condition. Under the noisy condition, the tri-replicate agreement rate was 98.3% (118/120), observed exclusively in the preferred date field. Inference latency, benchmarked on a local hardware environment equipped with an Apple M5 processor and 24 GB of unified memory, yielded a mean latency of 6.24 seconds and a median of 5.96 seconds per invocation, culminating in a total cumulative runtime of 74.9 minutes.

DISCUSSION

Our literature review indicates that over the past three to five years, large language models and generative artificial intelligence tools have rapidly established a foothold within the healthcare domain. However, the most critical challenges confronting the healthcare sector pertain to data governance—specifically, the jurisdictions and infrastructures where analytical and generated clinical data are hosted. Fundamentally, this dilemma mirrors the legal and regulatory complexities inherited from cloud computing. As observed in cloud architectures, data residency on remote servers, application deployment environments, and the overarching ownership of both data and analytical models constitute profound governance issues.

The Qwen language model, developed by Alibaba, stands as compelling evidence of China's emerging prominence in generative AI architectures. The foundation of LLMs is inextricably linked to advancements in deep learning methodologies, whose integration into natural language processing largely traces back to the early 2010s (Akıllı & Şimşek, 2024). In this context, Schwendicke et al. (2020) noted that the forthcoming decade will provide tangible sectoral validation for AI applications, revealing whether their outputs represent fleeting hyperbole ("hype") or genuinely transformative paradigm shifts.

Furthermore, AI computing is fundamentally defined by its capacity to emulate human cognitive behavior and decision-making. In healthcare, where algorithmic decisions bear direct consequences on human life, this capability remains a subject of intense academic discourse. Consequently, ensuring that these underlying decisions are driven by robust

models operating with high probabilistic reliability is of paramount importance. The benchmark remains the replication of clinical actions executed by highly qualified healthcare professionals. In sub-optimal edge cases or adverse scenarios, algorithmic failure carries direct risks to patient safety. Schwendicke et al. (2020) highlighted the disruptive potential of AI technologies in healthcare and dental medicine, whereas Yiğit et al. (2023) underscored that fully unlocking the potential of ChatGPT and analogous AI technologies requires ongoing optimization and exposure to broader, high-quality clinical datasets.

Concurrently, the exponential growth of global health data introduces heightened vulnerabilities to malicious cyber threats and data breaches (Damar et al., 2024b). Emphasizing personal data protection, Damar et al. (2024b) accentuated the sensitivity surrounding information confidentiality, asserting that robust cybersecurity frameworks are imperative for safeguarding institutional assets and protected health information within generative AI ecosystems. From an information security perspective, evaluating the vast scale of healthcare corpora within LLMs and orchestrating data-to-decision workflows represents a critical imperative. Köse et al. (2026) observed that while AI tools can serve as highly competent research assistants, they also pose significant hazards; thus, researchers must rigorously verify the factual integrity of AI-generated content. While AI integration in academic authoring offers compelling advantages, it entails profound ethical responsibilities. Ensuring the authenticity, empirical rigor, and validity of scientific manuscripts in health sciences constitutes an urgent scholarly debate, as generative AI applications introduce non-negligible risks regarding the proliferation of misinformation and ungrounded hallucinations in clinical research.

Finally, just as emerging technologies historically catalyzed novel sectors and job classifications previously unarticulated decades ago (Damar, 2022a; Damar, 2022b), generative AI will inevitably disrupt existing labor markets—displacing traditional roles while forging new specialized professions. Higher education institutions and regulatory bodies in both healthcare and academia must proactively adapt by integrating dedicated artificial intelligence curricula and competencies into university degree programs.

REFERENCES

Akıllı, E., & Şimşek, M. (2024). Dijital Diplomaside Büyük Dil Modelleri: Fırsatlar ve Riskler. *İnsan ve Toplum*, *14*(4), 1-23.

Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., ... & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC medical education*, *23*(1), 689.

Bal, S. Y., & Sarıkaya, B. (2022). Kelami açıdan insan fıtratı ve bilinci bağlamında yapay zekâ ve transhümanizm. *Mavi Atlas*, *10*(2), 404-418.

Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, *54*(3), 947-966.

Damar, M. (2022a). Dijital Dünyanın Dünü, Bugünü Ve Yarını: Bilişim Sektörünün Gelişimi Üzerine Değerlendirme. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sbe Dergisi*, *12*(Dijitalleşme), 51-76.

Damar, M. (2022b). Dijital çağda bilişim sektörünün ihtiyacı olan yetkinlikler üzerine bir değerlendirme. *Journal of Information Systems and Management Research*, *4*(1), 25-40.

Damar, M. (2024). Sağlık sektöründe karar destek araçları: İş zekâsı, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay zeka uygulamaları. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, *6*(2), 90-115.

Damar, M., Özen, A., & Yılmaz, A. (2024b). Cybersecurity in the health sector in the reality of artificial intelligence, and information security conceptually. Journal of AI, 8(1), 61-82.

Damar, M., Özen, A., Çakmak, Ü. E., Özoğuz, E., & Erenay, F. S. (2024a). Super AI, generative AI, narrow AI and chatbots: An assessment of artificial intelligence technologies for the public sector and public administration. *Journal of AI*, *8*(1), 83-106.

Demir, M. (2024). Yapay Zeka Kopyası (AI Cheating) Ve Büyük Dil Modellerinin Çevrimiçi Sınavlarda Kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (37), 339-352.

Dwivedi, S. K., & Singh, V. (2013). Research and reviews in question answering system. *Procedia Technology*, *10*, 417-424.

Karabıyık, M. A., Yüksel, A. S., & Tan, F. G. (2024). Yapay zeka çağında duygu analizi: Büyük dil modellerinin yükselişi ve klasik yaklaşımlarla karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *24*(6), 1355-1363.

Köse, Ö., Yapar, D., & Boz, M. (2024). Ortopedi ve travmatoloji araştırmalarında yapay zeka uygulamaları: Doğal dil işleme potansiyeli. *TOTBİD Dergisi*, *23*, 79-90.

Qwen, (2026). Qwen Key Concepts. Erişim Tarihi: 15/08/2026. https://qwen.readthedocs.io/en/latest/getting_started/concepts.html

Schwendicke, F. A., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of dental research*, *99*(7), 769-774.

Sheikh, S. (2020). *Understanding the role of artificial intelligence and its future social impact*. Pennsylvania: IGI Global.

Tan, H. (2025). Yapay Zekâ İle İnsan Yakınsamasını Felsefe Düşünürlerinin Yaklaşımları Üzerinden Eleştirel Bir Değerlendirme. *HUMANITAS-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, *13*(25), 306-333.

Tarcan, G. Y., Balçık, P. Y., & Sebik, N. B. (2024). Türkiye ve dünyada sağlık hizmetlerinde yapay zekâ. Lokman Hekim Dergisi, 14(1), 50-60.

Uzun, T. (2020). Yapay zeka Ve Sağlik Uygulamalari. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *3*(1), 80-92.

Yiğit, S., Berşe, S., & Dirgar, E. (2023). Yapay zeka destekli dil işleme teknolojisi olan ChatGPT'nin sağlık hizmetlerinde kullanımı. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, *7*(1), 57-65.

GLOKOM HASTALARINDA KRONİK HASTALIK ÖZ YÖNETİMİNİN VE GLOKOM İLE İLİŞKİLİ YAŞAM KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINING CHRONIC DISEASE SELF-MANAGEMENT AND GLAUCOMA-RELATED QUALITY OF LIFE IN GLAUCOMA PATIENTS

Esma Nur YILMAZ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Aksaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

ORCID NO: 0009-0003-0901-9277

Doç. Dr. Gülyeter ERDOĞAN YÜCE

Aksaray Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Aksaray

ORCID NO: 0000-0002-2322-0511

ÖZET

Amaç: Bu araştırmada, glokom hastalarında kronik hastalık öz yönetimi ve glokomla ilişkili yaşam kalitesi düzeylerini belirlemek ve kronik hastalık öz yönetimi ile glokomla ilişkili yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır.

Yöntem: Kesitsel ve ilişki arayıcı tipte gerçekleştirilen bu araştırma, 15 Ocak–15 Nisan 2026 tarihleri arasında Aksaray Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göz Hastalıkları ve Retina polikliniklerinde yürütülmüştür. Araştırmaya glokom tanısı bulunan,18 yaş ve üzeri ve araştırmaya katılmaya gönüllü 205 birey dahil edilmiştir. Veriler tanıtıcı bilgi formu, Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği ve Modifiye GlauQOL-17 Glokomla İlişkili Yaşam Kalitesi Anketi kullanılarak yüz yüze görüşme yöntemiyle toplanmıştır. Verilerin analizinde Student's t-testi, tek yönlü varyans analizi ve Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması 65,11±11,46 yıl, glokom hastalık süresi ortalaması 4,18±2,26 yıl olup %55.6'sı kadın ve %48.3'ü okuryazardır. Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği puan ortalaması 3,51±0,58, Modifiye GlauQOL-17 puan ortalaması 59,34±15,80 olarak bulunmuştur. Kronik hastalık öz yönetimi toplam puanı; 65 yaş altı, eğitim düzeyi yüksek, çalışan, gelir düzeyi yüksek, ailesiyle yaşayan ve glokom ameliyatı geçirmemiş bireylerde anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur($p<0,05$). Ayrıca hastalık süresi arttıkça kronik hastalık öz yönetimi düzeyinin anlamlı olarak azaldığı belirlenmiştir ($p<0,001$). Glokomla ilişkili yaşam kalitesi toplam puanı; 65 yaş altı, hastalık süresi daha kısa, eğitim düzeyi yüksek, çalışan, gelir düzeyi yüksek, yalnız yaşayan ve glokom ameliyatı geçirmemiş bireylerde anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Kronik hastalık öz yönetimi ile glokomla ilişkili yaşam kalitesi arasında pozitif yönlü güçlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur ($r=0,768$; $p<0,01$).

Sonuç: Glokom hastalarında hastalık öz yönetimi arttıkça glokomla ilişkili yaşam kalitesinin de arttığı belirlenmiştir. İleri yaş, düşük eğitim ve gelir düzeyi, uzun hastalık süresi ve glokom cerrahisi öyküsü öz yönetim ve yaşam kalitesinin düşük olmasıyla ilişkili bulunmuştur Bu doğrultuda, glokom hastalarında hastalık öz yönetiminin düzenli

değerlendirilmesi ve riskli gruplara yönelik bütüncül bakım yaklaşımlarının geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Glokom, öz yönetim, yaşam kalitesi, öz bakım

ABSTRACT

Aim: This study aimed to determine the levels of chronic disease self-management and glaucoma-related quality of life in patients with glaucoma and to examine the relationship between chronic disease self-management and glaucoma-related quality of life.

Methods: This cross-sectional correlational study was conducted between January and April 2026 at the Ophthalmology and Retina Outpatient Clinics of Aksaray Training and Research Hospital. A total of 205 adults aged ≥18 years with glaucoma who voluntarily agreed to participate were included. Data were collected through face-to-face interviews using a Descriptive Information Form, the Chronic Disease Self-Management Scale, and the Modified GlauQOL-17 Glaucoma-Related Quality of Life Questionnaire. Data were analyzed using Student's *t*-test, one-way analysis of variance (ANOVA), and Pearson's correlation analysis.

Results: The participants had a mean age of 65.11 ± 11.46 years, and the mean duration of glaucoma was 4.18 ± 2.26 years. Of the participants, 55.6% were female and 48.3% were literate. The mean Chronic Disease Self-Management Scale score was 3.51 ± 0.58, and the mean Modified GlauQOL-17 score was 59.34 ± 15.80. Chronic disease self-management scores were significantly higher among participants younger than 65 years, those with higher educational attainment, those who were employed, those with higher income, those living with their families, and those without a history of glaucoma surgery ($p<0.05$). Self-management scores decreased significantly with increasing disease duration ($p<0.001$). Glaucoma-related quality of life scores were significantly higher among participants younger than 65 years, those with shorter disease duration, higher educational attainment, employment, higher income, those living alone, and those without a history of glaucoma surgery ($p<0.05$). Chronic disease self-management was strongly and positively correlated with glaucoma-related quality of life ($r=0.768$, $p<0.01$).

Conclusion: Higher chronic disease self-management was associated with better glaucoma-related quality of life. Advanced age, lower educational and income levels, longer disease duration, and a history of glaucoma surgery were associated with poorer self-management and lower quality of life. Regular assessment of self-management and holistic interventions targeting high-risk patients may improve quality of life in individuals with glaucoma.

Keywords: Glaucoma; chronic disease self-management; quality of life; self-care

ÜCRETSİZ ERİŞİMLİ BÜYÜK DİL MODELLERİNİN ERİŞKİN ANAFİLAKSİSİNDE KILAVUZ UYUMU: KÖRLENMİŞ KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME

GUIDELINE CONCORDANCE OF FREE-TIER LARGE LANGUAGE MODELS IN ADULT ANAPHYLAXIS: A BLINDED COMPARATIVE EVALUATION

Melis YAĞDIRAN

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

ORCID: 0000-0002-0384-3957

ÖZET

Giriş: Büyük dil modelleri (BDM'ler) tıbbi soruların yanıtlanmasında giderek daha sık kullanılmaktadır; ancak anafilaksi gibi zaman açısından kritik durumlarda güvenilirlikleri belirsizdir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, erişkin anafilaksisi konusunda ücretsiz erişimli dört BDM arayüzünü kılavuz uyumu, gerekçelendirme kalitesi, kaynak kalitesi ve majör klinik hata potansiyeli açısından karşılaştırmaktır.

Yöntem: Epinefrin uygulaması, tanı, destek tedavisi, gebelik, gözlem ve taburculuğu kapsayan 15 İngilizce soru, 7–10 Ağustos 2026 tarihlerinde ChatGPT, Claude, Gemini ve Grok'a birer kez yöneltildi. Her yanıt yeni bir konuşmada üretildi; kısa gerekçe ve en fazla iki kaynak istendi. Kimliği gizlenerek rastgele sıralanan yanıtlar, iki alerji uzmanı tarafından doğruluk, kılavuz uyumu/gerekçelendirme ve kaynak kalitesi açısından bağımsız olarak puanlandı (her alan 0–2; toplam 0–6); majör klinik hatalar ayrıca kaydedildi. Eşleştirilmiş puanlar Friedman testi ve Holm düzeltmeli Wilcoxon testiyle karşılaştırıldı. Değerlendiriciler arası uyum sınıf içi korelasyon katsayısıyla (ICC) incelendi.

Bulgular: Altmış yanıtın tamamı her iki değerlendirici tarafından puanlandı. Ortalama toplam puanlar ChatGPT için 5,93/6, Claude için 5,70, Gemini için 5,53 ve Grok için 5,17 idi. Genel performans modeller arasında farklıydı (Friedman χ^2=11,49; p=0,009); Holm düzeltmesi sonrasında yalnızca ChatGPT–Grok karşılaştırması anlamlı kaldı (düzeltilmiş p=0,042). Kaynak kalitesi de farklıydı (p=0,008) ve fark yine ChatGPT–Grok karşılaştırmasından kaynaklandı (düzeltilmiş p=0,040); doğruluk (p=0,300) ve gerekçelendirme (p=0,572) açısından fark saptanmadı. Majör klinik hata belirlenmedi. Toplam puan uyumu mükemmeldi (ICC[A,1]=0,897; %95 GA 0,788–0,966).

Sonuç: Dört BDM de bu dar kapsamlı, kılavuz temelli tek çalıştırmalı değerlendirmede yüksek uyum gösterdi; farklılıklar kaynak kalitesinde yoğunlaştı. Bulgular genel klinik güvenliğin kanıtı olarak yorumlanmamalı; öneriler ve atıflar klinisyen tarafından doğrulanmalıdır.

Anahtar kelimeler: anafilaksi; yapay zekâ; büyük dil modeli; epinefrin; klinik kılavuz

ABSTRACT

Background: Large language models (LLMs) are increasingly used to answer medical questions, but their reliability in time-critical conditions such as anaphylaxis remains uncertain.

Objective: This study aimed to compare four free-tier LLM interfaces in adult anaphylaxis in terms of guideline concordance, reasoning quality, source quality, and potential for major clinical error.

Methods: Fifteen English-language questions covering epinephrine administration, diagnosis, supportive treatment, pregnancy, observation, and discharge were submitted once to ChatGPT, Claude, Gemini, and Grok during 7–10 August 2026. Each answer was generated in a new conversation; a brief justification and up to two references were requested. Two allergy specialists independently scored de-identified, randomized responses for accuracy, guideline concordance/reasoning, and source quality (0–2 per domain; total 0–6) and recorded major clinical errors. Question-matched scores were compared using Friedman tests and Holm-adjusted Wilcoxon tests. Inter-rater agreement was assessed using an intraclass correlation coefficient (ICC).

Results: Both raters scored all 60 responses. Mean total scores were 5.93/6 for ChatGPT, 5.70 for Claude, 5.53 for Gemini, and 5.17 for Grok. Overall performance differed across models (Friedman χ^2=11.49, p=0.009); only ChatGPT versus Grok remained significant after Holm correction (adjusted p=0.042). Source quality also differed (p=0.008), again driven by ChatGPT versus Grok (adjusted p=0.040), whereas accuracy (p=0.300) and reasoning (p=0.572) did not. Neither rater identified a major clinical error. Agreement for total scores was excellent (ICC[A,1]=0.897, 95% CI 0.788–0.966).

Conclusion: All four LLMs showed high concordance on this narrow, guideline-based, single-run benchmark; differences were concentrated in source quality. The findings should not be interpreted as evidence of general clinical safety, and clinicians should verify all recommendations and citations.

Keywords: anaphylaxis; artificial intelligence; large language model; epinephrine; clinical guideline

ACİL SERVİSTE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI: KLİNİK SONUÇLARI GERÇEKTEN İYİLEŞTİRİYOR MU?

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT: DO THEY REALLY IMPROVE CLINICAL OUTCOMES?

Uzm. Dr. Furkan YILMAZ

Acil Tıp Uzmanı, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

ORCID: 0000-0002-7810-4665

ÖZET

Giriş: Acil servisler; kalabalıklaşma, kaynak kısıtlılığı ve hasta başvuru özelliklerindeki değişkenlik nedeniyle önemli bir baskı altındadır.

Amaç: Bu derlemenin amacı, acil serviste kullanılan yapay zekâ (YZ) uygulamalarını teknik performans, klinik karar verme ve hasta merkezli klinik sonlanımlar açısından değerlendirmektir.

Yöntem: PubMed/MEDLINE veri tabanında 2021–2026 yılları arasında yayımlanan çalışmalar tarandı. Sistematik derlemeler, meta-analizler, prospektif çalışmalar ve randomize çalışmalar arasından dijital nesne tanımlayıcısı (DOI) doğrulanabilen 25 çalışma dahil edildi. Doğrudan acil servis ortamında yürütülmeyen çalışmalar, yalnızca acil servis öncesi bakımla, acil serviste başlayan klinik kararlarla veya acil servisten yatırılan hastaların sonraki bakımıyla doğrudan ilişkili oldukları ölçüde ele alındı.

Bulgular: Hastaların acil servis sonlanımını öngören YZ modellerinin meta-analizinin değerlendirilmesi sonucu makine öğrenmesinin tahmin yeteneğinin kabul edilebilir seviyede olduğu bildirilmektedir. Buna karşılık, yaygın olarak kullanılan tescilli bir sepsis öngörü modelinin bağımsız dış doğrulamasında sepsisli hastaların %67'si model tarafından saptanamamıştır. Büyük damar tıkanıklığına bağlı Akut İskemik İnmede YZ destekli değerlendirme; kapı-kasık süresini ortalama 20,55 dakika kısaltırken, fonksiyonel bağımsızlık açısından anlamlı bir fark göstermemiştir (OR 1,27; %95 GA 0,92–1,76). Yapılan çok merkezli bir randomize çalışmada ise YZ destekli elektrokardiyografi uyarısı ile 90 günlük tüm nedenlere bağlı mortalite %4,3'ten %3,6'ya düşmüş (HR 0,83; %95 GA 0,70–0,99); gerçek zamanlı klinik kötüleşme uyarısı ile mortalite riski azalmış, ancak beklenmeyen yoğun bakım transferleri artmıştır. Sepsis yönetiminde kullanılan otomatik uyarı sistemlerinin değerlendirildiği bir çalışmada, bu sistemlerin mortalite üzerindeki etkisinin acil servis alt grubunda belirgin olduğu bildirilmiştir.

Sonuç: Bu bulgular, yüksek teknik performansın tek başına hasta yararı anlamına gelmediğini; klinik faydaya ilişkin kanıtların, YZ çıktısının tanımlı bir klinik eyleme bağlandığı uygulamalarda yoğunlaştığını düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Yapay Zekâ, Acil Servis, Klinik Karar Destek Sistemleri

ABSTRACT

Background: Emergency departments are under considerable pressure owing to crowding, resource constraints, and variability in the characteristics of presenting patients.

Objectıve: This review evaluates artificial intelligence (AI) applications used in the emergency department in terms of technical performance, clinical decision-making, and patient-centred clinical outcomes.

Methods: Studies published between 2021 and 2026 were searched in PubMed/MEDLINE. Among systematic reviews, meta-analyses, prospective studies, and randomised trials, 25 studies with a verifiable digital object identifier (DOI) were included. Studies conducted outside the emergency department were included only where they bore directly on prehospital care, on decisions initiated in the emergency department, or on the subsequent care of patients admitted from it.

Results: A meta-analysis of AI models predicting emergency department disposition reported that the predictive performance of machine learning was acceptable. By contrast, in an independent external validation of a widely used proprietary sepsis prediction model, 67% of patients who developed sepsis were not identified by the model. In acute ischaemic stroke due to large vessel occlusion, AI-assisted evaluation shortened door-to-groin time by a mean of 20.55 minutes, whereas it showed no significant difference in functional independence (OR 1.27; 95% CI 0.92–1.76). In a multicentre randomised trial, an AI-enabled electrocardiography alert reduced 90-day all-cause mortality from 4.3% to 3.6% (HR 0.83; 95% CI 0.70–0.99); with a real-time clinical deterioration alert, mortality risk decreased, but unanticipated intensive care unit transfers increased. In a study evaluating automated alerting systems in sepsis management, the effect on mortality was reported to be pronounced in the emergency department subgroup.

Conclusıon: These findings suggest that high technical performance alone does not equate to patient benefit, and that evidence of clinical benefit is concentrated in applications in which the AI output is linked to a defined clinical action.

Keywords: Artificial Intelligence, Emergency Service, Clinical Decision Support Systems

NEOADJUVAN KEMOTERAPİ UYGULANAN MEME KANSERİ HASTALARINDA BAŞLANGIÇ ^{18}F-FDG PET/BT KAYNAKLI BT RADYOMİK ÖZELLİKLERİ VE KLİNİKOPATOLOJİK BİYOBELİRTEÇLERLE PATOLOJİK TAM YANITIN ÖNGÖRÜLMESİ

PREDICTION OF PATHOLOGIC COMPLETE RESPONSE IN BREAST CANCER PATIENTS UNDERGOING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY USING BASELINE ^{18}F-FDG PET/CT-DERIVED CT RADIOMICS AND CLINICOPATHOLOGICAL BIOMARKERS

Uzm. Dr. Özcan SENMEVSİM

İzmir Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İzmir, Turkiye

Uzm. Dr. Filiz HATİPOĞLU

İzmir Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İzmir, Turkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, neoadjuvan kemoterapi (NAK) uygulanan meme kanseri hastalarında patolojik tam yanıtın (pTY) öngörülmesinde başlangıç ^{18}F-FDG PET/BT görüntülerinin BT bileşeninden elde edilen radyomik özelliklerin, klinikopatolojik biyobelirteçler ve konvansiyonel PET metabolik parametreleri ile birlikte prediktif değerini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu retrospektif çalışmaya, standart NAK öncesinde başlangıç ^{18}F-FDG PET/BT görüntülemesi yapılan ve sonrasında cerrahi uygulanan evre I–III meme kanserli 104 hasta dahil edildi. Klinikopatolojik değişkenler ve konvansiyonel PET metabolik parametreleri kaydedildi. Radyomik özellikler, IBSI standartlarına uygun görüntü ön işleme sonrasında PyRadiomics kullanılarak PET/BT'nin BT bileşeninden elde edildi. L2-regülarize lojistik regresyon kullanılarak Klinik, Metabolik, Radyomik ve Kombine (Klinik + Metabolik + Radyomik) olmak üzere dört model oluşturuldu. Modellerin performansı ROC analizi ve karar eğrisi analizi ile değerlendirildi.

Bulgular: Klinik model 0,784 AUC değerine ulaşırken, Metabolik ve Radyomik modellerin AUC değerleri sırasıyla 0,595 ve 0,636 olarak bulundu. En yüksek prediktif performans Kombine modelde elde edildi (AUC=0,797). Bu modelin doğruluğu 0,731, sensitivitesi 0,630, spesifisitesi 0,810 ve F1 skoru 0,674 idi. Karar eğrisi analizinde de Kombine model, geniş bir eşik olasılığı aralığında tek başına kullanılan modellere göre daha yüksek net klinik yarar gösterdi.

Sonuç: Başlangıç PET/BT'nin BT bileşeninden elde edilen radyomik özellikler, NAK sonrası pTY'nin öngörülmesinde klinikopatolojik ve metabolik parametrelere tamamlayıcı bilgi sağlamıştır. Kombine modelin daha yüksek performansı, görüntüleme temelli özelliklerin klinikopatolojik biyobelirteçlerle birlikte değerlendirilmesinin tedavi öncesi yanıt öngörüsüne katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Meme kanseri; neoadjuvan kemoterapi; patolojik tam yanıt; BT radyomik; ^{18}F-FDG PET/BT.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the predictive value of CT radiomics derived from baseline ^{18}F-FDG PET/CT, combined with clinicopathological biomarkers and conventional PET metabolic parameters, for predicting pathologic complete response (pCR) in breast cancer patients undergoing neoadjuvant chemotherapy (NAC).

Methods: This retrospective study included 104 patients with stage I–III breast cancer who underwent baseline ^{18}F-FDG PET/CT before standard NAC followed by surgery. Clinicopathological variables and conventional PET metabolic parameters were recorded. Radiomic features were extracted from the CT component of baseline PET/CT using PyRadiomics following IBSI-compliant image preprocessing. Four predictive models were developed using L2-regularized logistic regression: Clinical, Metabolic, Radiomics, and Combined (Clinical + Metabolic + Radiomics). Model performance was assessed using receiver operating characteristic analysis and decision curve analysis.

Results: The Clinical model achieved an AUC of 0.784, while the Metabolic and Radiomics models yielded AUCs of 0.595 and 0.636, respectively. The Combined model showed the highest predictive performance, with an AUC of 0.797, accuracy of 0.731, sensitivity of 0.630, specificity of 0.810, and F1-score of 0.674. Decision curve analysis also demonstrated greater net clinical benefit for the Combined model across a broad range of threshold probabilities compared with the individual models.

Conclusion:CT radiomics derived from baseline PET/CT provided complementary information to clinicopathological and metabolic parameters for predicting pCR after NAC. The improved performance of the Combined model suggests that integrating imaging-derived features with established clinicopathological biomarkers may contribute to pretreatment response assessment in breast cancer.

Keywords: Breast cancer; neoadjuvant chemotherapy; pathologic complete response; CT radiomics; ^{18}F-FDG PET/CT.

DİFERANSİYE TİROİD KARSİNOMUNDA KLİNİKOPATOLOJİK ÖZELLİKLER İLE RADYOAKTİF İYOT TEDAVİSİNE YANIT ARASINDAKİ İLİŞKİ

THE RELATIONSHIP BETWEEN CLINICOPATHOLOGICAL FEATURES AND RESPONSE TO RADIOACTIVE IODINE THERAPY IN DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA

Filiz HATİPOĞLU

Uzman Doktor, İzmir Şehir Hastanesi Nükleer Tıp Kliniği

ORCID NO: 0000-0002-6893-434X

ÖZET

Amaç: Diferansiye tiroid kanserinde (DTK), cerrahi tedaviyi takiben uygulanan I-131 radyoaktif iyot tedavisi (RAI), rezidü tiroid dokusunun ortadan kaldırılması, adjuvan tedavi veya bilinen hastalığın tedavisinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, RAI sonrası erken tedavi yanıtını etkileyen klinikopatolojik özelliklerin değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: DTK tanısıyla 2010–2014 yılları arasında kliniğimize yönlendirilen hastaların klinik verileri retrospektif olarak incelendi. Total veya totale yakın tiroidektomi uygulanmış, RAI almış ve tedaviden 6–12 ay sonra tanısal I-131 tüm vücut taraması (TVT) yapılmış hastalar çalışmaya dahil edildi. Tedavi sonrası tanısal TVT'de ve diğer uygun görüntülemelerde yapısal hastalık saptanmaması, tiroglobulin antikoru negatifliği varlığında stimüle tiroglobulin düzeyi <2 ng/mL olması, dönemin kinik izlem protokolü doğrultusunda olumlu erken tedavi yanıtı olarak tanımlandı. Yaş, cinsiyet, tümör tipi, tümör boyutu, multifokalite, çevre yumuşak doku invazyonu, vasküler invazyon, cerrahi sınır pozitifliği, lenf nodu ve uzak metastaz varlığı ile erken tedavi yanıtı arasındaki ilişki analiz edildi.

Bulgular: Çalışmaya yaş ortalaması 47,25±13,44 yıl (16–78 yıl) olan 146 hasta (120 kadın, 26 erkek) dahil edildi. Hastaların 142'si papiller, 4'ü folliküler tiroid karsinomu tanısı almıştı. Çevre yumuşak doku invazyonu 44 (%30,1) hastada, lenf nodu metastazı 23 (%15,8) hastada ve uzak metastaz 5 (%3,4) hastada mevcuttu. Yetmiş beş hastaya 100 mCi, 66 hastaya 150–175 mCi ve 5 hastaya 200 mCi RAI tedavisi uygulandı. Çalışmada olumlu erken tedavi yanıt oranı %93,8 olarak bulundu. Vasküler invazyon, lenf nodu metastazı ve uzak metastaz varlığı ile olumsuz erken tedavi yanıtı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı (sırasıyla p=0,011; p=0,005 ve p<0,001). Diğer klinikopatolojik değişkenlerle erken tedavi yanıtı arasında anlamlı ilişki bulunmadı.

Sonuç: DTK'li hastalarda vasküler invazyon, lenf nodu metastazı ve uzak metastaz varlığı, RAI sonrası olumsuz erken tedavi yanıtı ile ilişkili olup bulgularımız özellikle vasküler invazyonun güncel risk değerlendirmesindeki önemini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Diferansiye trioid kanseri, tedavi yanıtı, radyoaktif

iyot tedavisi, klinikopatolojik özellikler

ABSTRACT

Objective: Iodine-131 radioactive iodine therapy (RAI), administered after surgery in patients with differentiated thyroid carcinoma (DTC), plays an important role in remnant ablation, adjuvant theraphy and the treatment of known disease. This study aimed to evaluate the clinicopathological factors associated with early treatment response (ETR) following RAI.

Materials and Methods: Clinical data of patients diagnosed with DTC between 2010 and 2014 were retrospectively reviewed. Patients who undergone total/near-total thyroidectomy, received RAI and underwent diagnostic I-131 whole-body scan (WBS) 6–12 months after treatment were included. According to the the clinical follow-up protocol used during the study period, the absence of structural disease on diagnostic WBS and other appropriate imaging modalities with stimulated thyroglobulin level <2 ng/mL in the absence of thyroglobulin antibodies, was defined as a favorable ETR. The associations of age, sex, tumor histology/size, multifocality, extrathyroidal extension, vascular invasion, positive surgical margins, lymph node and distant metastasis with ETR were evaluated.

Results: A total of 146 patients (120 women and 26 men) with a mean age of 47.25 ± 13.44 years (range, 16–78 years) were included. Histopathological examination revealed papillary thyroid carcinoma in 142 patients (97.3%) and follicular thyroid carcinoma in 4 patients (2.7%). Extrathyroidal extension was present in 44 patients (30.1%), lymph node metastasis in 23 (15.8%), and distant metastasis in five (3.4%). Seventy-five patients received 100 mCi, 66 patients received 150–175 mCi, 5 patients received 200 mCi of RAI. The favorable ETR rate was 93.8%. Vascular invasion, lymph node and distant metastasis were significantly associated with an unfavorable ETR ($p=0.011$, $p=0.005$, and $p<0.001$, respectively). No significant associations was observed between ETR and the other clinicopathological variables.

Conclusion: In patients with DTC, vascular invasion, lymph node metastasis, and distant metastasis were significantly associated with an unfavorable ETR following RAI. Our findings particularly support the importance of vascular invasion in contemporary risk assessment.

Keywords: Differentiated thyroid carcinoma, radioactive iodine therapy, treatment response, clinicopathological features

ACİL SERVİS KONTRASTSIZ TORAKS BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İNCELEMELERİNDE İNSİDENTAL KORONER ARTER KALSİFİKASYONUNUN SIKLIĞI VE RAPORLANMA ORANI

PREVALENCE AND REPORTING RATE OF INCIDENTAL CORONARY ARTERY CALCIFICATION ON NON-CONTRAST CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY EXAMINATIONS IN THE EMERGENCY DEPARTMENT

Dr. Demet DOĞAN
İstanbul Okan Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0792-9042

ÖZET

Giriş: Koroner arter kalsifikasyonu (KAK), aterosklerotik koroner arter hastalığının önemli bir görüntüleme belirteci olup kardiyovasküler risk değerlendirmesinde prognostik değer taşır. Kardiyak amaçla yapılmayan toraks bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinde insidental olarak saptanabilmesine rağmen radyoloji raporlarında gözden kaçabilir.

Amaç: Acil serviste gerçekleştirilen kontrastsız toraks BT incelemelerinde insidental KAK sıklığını ve şiddetini belirlemek ve bu bulgunun orijinal radyoloji raporlarında bildirilme oranını değerlendirmek.

Yöntem: Bu retrospektif çalışmaya acil serviste kontrastsız toraks BT incelemesi yapılan 600 erişkin hasta dahil edildi. KAK varlığı ve şiddeti değerlendirildi ve Weston skoru hesaplandı. Bulgular orijinal radyoloji raporlarıyla karşılaştırıldı. Raporlanan ve raporlanmayan KAK olguları yaş, cinsiyet, KAK şiddeti ve Weston skoru açısından karşılaştırıldı. Çok değişkenli lojistik regresyon analizi uygulandı.

Bulgular: Hastaların 321'inde (%53,5) KAK saptandı. KAK bulunan hastaların 169'unda bulgu orijinal raporda belirtilmemiş olup eksik raporlama oranı %52,6 idi. Eksik raporlama oranı hafif, orta ve şiddetli KAK için sırasıyla %79,7, %46,9 ve %41,8 olarak bulundu ($p<0,001$). Bu oran 65 yaş altındaki hastalarda %76,7, 65 yaş ve üzerindekilerde %48,9 idi ($p=0,001$). Eksik raporlanan olgularda ortalama Weston skoru daha düşüktü (5,96±3,72'ye karşı 7,80±3,23; $p=0,001$). Çok değişkenli analizde yaş ve cinsiyet bağımsız belirleyici değilken, yüksek Weston skoru eksik raporlama olasılığının azalmasıyla bağımsız olarak ilişkiliydi (OR=0,868; %95 GA: 0,810–0,932; $p=0,001$).

Sonuç: Acil servis kontrastsız toraks BT incelemelerinde insidental KAK sık görülmekte ve olguların yarısından fazlasında raporlanmamaktadır. Özellikle hafif ve düşük kalsifikasyon yüküne sahip olgular daha sık gözden kaçmaktadır. KAK'ın sistematik olarak değerlendirilmesi ve raporlanması, aterosklerotik koroner arter hastalığı ve artmış kardiyovasküler risk taşıyan bireylerin erken dönemde tanınmasına ve uygun klinik değerlendirmeye yönlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Koroner arter hastalığı; bilgisayarlı tomografi; insidental bulgular; acil servis

ABSTRACT

Introduction: Coronary artery calcification (CAC) is an important imaging marker of atherosclerotic coronary artery disease and has prognostic value in cardiovascular risk assessment. Although CAC can be incidentally detected on non-cardiac chest computed tomography (CT), it may be overlooked in radiology reports.

Objective: To determine the prevalence and severity of incidental CAC on non-contrast chest CT examinations performed in the emergency department and to evaluate its reporting rate in the original radiology reports.

Methods: This retrospective study included 600 adults who underwent non-contrast chest CT in the emergency department. CAC presence and severity were assessed, and Weston scores were calculated. Imaging findings were compared with the original radiology reports. Reported and unreported CAC cases were compared according to age, sex, CAC severity, and Weston score. Multivariable logistic regression analysis was performed.

Results: CAC was detected in 321 patients (53.5%). In 169 patients with CAC, the finding was not mentioned in the original report, corresponding to an underreporting rate of 52.6%. Underreporting rates were 79.7%, 46.9%, and 41.8% for mild, moderate, and severe CAC, respectively ($p<0.001$). The rate was 76.7% in patients aged <65 years and 48.9% in those aged ≥65 years ($p=0.001$). Mean Weston score was lower in underreported than reported cases (5.96±3.72 vs. 7.80±3.23; $p=0.001$). In multivariable analysis, age and sex were not independent predictors, whereas a higher Weston score was independently associated with lower odds of underreporting (OR=0.868; 95% CI: 0.810–0.932; $p=0.001$).

Conclusion: Incidental CAC is common on emergency department non-contrast chest CT and remains unreported in more than half of affected patients. Mild CAC and lower calcification burden are particularly prone to being overlooked. Systematic assessment and reporting of CAC may facilitate earlier recognition of atherosclerotic coronary artery disease and increased cardiovascular risk and support appropriate clinical evaluation.

Keywords: Coronary Artery Disease; Tomography, X-Ray Computed; Incidental Findings; Emergency Service, Hospital

SIÇANLARDA OLUŞTURULAN OVARYEN HİPERSTİMULASYON SENDROMUNDA LİPOKSİN-A4'ÜN ETKİSİ

EFFECT OF LIPOXIN-A4 ON OVARIAN HYPERSTIMULATION SYNDROME IN RATS

Ercan AYAZ

Dicle University Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Diyarbakır, Türkiye

ORCID: 0000-0003-0429-0968

Dr. Öğr. Üyesi E. Nazlı HAYIRLI ÖZYOL

Hitit University Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Çorum, Türkiye

ORCID: 0000-0003-0628-9223

Uzm. Dr. Filiz YILMAZ

Hitit University Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Çorum, Türkiye

ORCID: 0000-0003-0505-3905

Bayram YILMAZ

Hitit University Faculty of Medicine, Department of Pathology, Çorum, Türkiye ORCID: 000-0002-1737-9446

ÖZET

Ovaryen hiperstimülasyon sendromu (OHSS), yardımcı üreme teknikleri sırasında uygulanan kontrollü ovaryan hiperstimülasyonunun (KOH) hayatı tehdit eden bir komplikasyonudur. Günümüzde araştırmacılar, OHSS'yi önlemek için farklı yöntemler denemiş olsalar da erken OHSS gelişimi engellenememiştir. Bu nedenle, OHSS'ye ve önlenmesine aracılık eden mekanizmalarla ilgili yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Kesin patofizyolojik mekanizmalar tam aydınlatılamamış olsa da klinik belirtilerinden sorumlu mekanizma, kılcal damar geçirgenliğinde artış gibi görünmektedir. Farklı çalışmalarda, anti-inflamatuar özelliğe sahip moleküller olan Lipoksin-A4 (LXA4) ve analogları, ödem, nötrofil infiltrasyonu ve vasküler permeabilite üzerinde inhibitör etkiler sergilediği gösterilmiştir. Çalışmamızda bu bilgiler ışığında LXA4'ün IL-6, IL-1β ve TNF-α molekül düzeyini değiştirerek OHSS gelişimini önleyebilir hipotezini kurduk ve incelemeyi amaçladık.

Çalışmada 22 günlük, 28 adet immatür Wistar albino dişi sıçan kullanıldı. Hayvanlar Sham, Lipoksin-A4 (LXA4), OHSS ve OHSS+LXA4 olmak üzere 4 gruba ayrıldı (n=7). Postnatal 22. günden itibaren 6 gün süreyle ilgili gruplara 2 µg/kg/gün LXA4 veya serum

fizyolojik intraperitoneal yolla uygulandı ve OHSS modeli PMSG/hCG ile oluşturuldu. hCG uygulamasından

48 saat sonra tüm denekler sakrifiye edilerek ovaryumlar çıkarıldı ve %10 nötral tamponlu formaldehitte fikse edildi. Hematoksilin-eozin boyalı kesitlerde folikül dejenerasyonu, inflamasyon, vasküler konjesyon ve hemoraji açısından ışık mikroskobunda skorlanarak (0: Yok, 1: Hafif, 2: Orta; 3: Şiddetli) değerlendirildi. Tüm gruplarda primordiyal, primer, sekonder ve tersiyer folikül ile korpus luteum sayıları belirlendi. Ayrıca ovaryum dokularında IL-1β, IL6 ve TNF-α düzeyleri ELISA ile değerlendirildi.

Ovaryum dokularının histolojik skorlaması değerlendirildiğinde vasküler konjesyon, inflamatuar hücre infiltrasyonu ve hemorajinin LXA4 uygulaması ile azaldığı görülmekle birlikte foliküllerde dejenerasyonun azalmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte OHSS tablosunda sayısı arttığı bilinen korpus luteumların LXA4 uygulaması ile sayısının azaldığı görülmüştür. ELISA sonuçlarına göre LXA4 uygulaması ile IL-1β ve TNFα yanıtının azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, çalışmada elde edilen bulgular ilacın terapötik potansiyel taşıdığını göstermektedir. Farklı doz ve süreleri içeren ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hiperstimülasyon, Lipoksin-A4, Ovaryum, Sıçan

"Bu çalışma HİTİT ÜNİVERSİTESİ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: TIP19001.21.005"

ABSTRACT

Ovarian hyperstimulation syndrome (OHSS) is a life-threatening complication of controlled ovarian hyperstimulation (COH) performed during assisted reproductive techniques. Today, although researchers have tried different methods to prevent OHSS, they have not been successful in preventing the development of early OHSS. Therefore, new investigations are needed on the mechanisms that mediate OHSS and its prevention. Although the exact pathophysiological mechanisms have not been fully elucidated, the mechanism responsible for its clinical manifestations seems to be an increase in capillary permeability. Various studies have shown that Lipoxin-A4 (LXA4) and its analogs, which are molecules with anti-inflammatory properties, exhibit inhibitory effects on edema, neutrophil infiltration, and vascular permeability. In light of this information, our study hypothesized and aimed to investigate whether LXA4 could prevent the development of OHSS by altering the molecular levels of IL-6, IL-1β, and TNF-α.

In this study, 28 immature female Wistar albino rats, 22 days old, were used. The animals were divided into 4 groups as sham, Lipoxin-A4 (LXA4), OHSS, and OHSS+LXA4 (n=7). Beginning on postnatal day 22, 2 µg/kg/day of LXA4 or saline was administered intraperitoneally to the relevant groups for 6 days, and the OHSS model was established using PMSG/hCG. Forty-eight hours after hCG administration, all animals were sacrificed, their ovaries were harvested, and fixed in 10% neutral buffered formalin. Follicle degeneration, inflammation, vascular congestion, and hemorrhage were evaluated in hematoxylin-eosin stained sections using light microscopy with a scoring system (0: None, 1: Mild, 2: Moderate; 3: Severe). The numbers of primordial, primary, secondary, and tertiary follicles, as well as corpus luteum, were determined in all groups. Additionally, IL-1β, IL-6, and TNF-α levels in ovarian tissues were measured using ELISA. According to the histological scoring results of ovarian tissues, it was determined that vascular

congestion, inflammatory cell infiltration and hemorrhage were reduced by LXA4 application, but follicular degeneration did not decrease. However, it was observed that the number of corpus luteum, which is known to increase in OHSS decreased with LXA4 application. According to ELISA results, it was determined that IL-1β, and TNF-α responses decreased with LXA4 application. In conclusion, the findings obtained in the study show that the drug has therapeutic potential. Further studies including different doses and durations are needed.

Key words: Hyperstimulation, Lipoxin-A4, Ovary, Rat

"This work was supported by a grant from the HİTİT ÜNİVERSİTESİ Scientific Research Projects Unit, Project Number: TIP19001.21.005"

ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI HEMŞİRELERİNİN İLAÇ GÜVENLİĞİ VE ASEPTİK UYGULAMALARA İLİŞKİN DENEYİMLERİ: FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA

EXPERIENCES OF PEDIATRIC NURSES REGARDING MEDICATION SAFETY AND ASEPTIC PRACTICES: A PHENOMENOLOGICAL STUDY

Dilara KEKLİK

Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Adana

ORCID ID: 0000-0003-0289-1460

ÖZET

Giriş: Çocuk servislerinde ilaç uygulamaları, çocukların yaş ve gelişim özellikleri, doz hesaplamalarının hassasiyeti ve ilaç hatalarının yol açabileceği ciddi sonuçlar nedeniyle yüksek düzeyde dikkat gerektirmektedir. Güvenli ilaç uygulamalarında doğru ilaç uygulama ilkeleri ve aseptik uygulamalar, hasta güvenliğinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, hemşirelerin bu uygulamalara ilişkin deneyimlerinin ve klinik ortamda karşılaştıkları güçlüklerin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, çocuk servislerinde çalışan hemşirelerin ilaç güvenliği ve aseptik uygulamalara ilişkin deneyimlerini ve görüşlerini belirlemektir.

Yöntem: Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada, çocuk servislerinde çalışan toplam 15 hemşire ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla toplanmıştır. Görüşmelerde ilaç uygulama ilkeleri, ilaç uygulama süreçleri, aseptik uygulamalar, karşılaşılan güçlükler, eğitim ve klinik deneyimlere ilişkin görüşler incelenmiştir. Veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiş; benzer ifadeler kodlanarak tema ve alt temalar oluşturulmuş, katılımcı görüşleri doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

Bulgular: Analiz sonucunda yedi tema belirlenmiştir: ilaç uygulama ilkelerinin hasta güvenliğinin temel unsuru olarak algılanması; ilaç uygulama ilkelerinin rutin klinik uygulamalara entegre edilmesi; güvenli ilaç uygulamasını zorlaştıran faktörler; ilaç uygulamalarında hata riski ve zorlanma; asepsi; asepsi uygulamalarını zorlaştıran faktörler; hasta güvenliğini destekleyen faktörler ve çözüm önerileri. Hemşirelerin tamamı doğru hastaya vurgu yaparken, doğru yol, doğru ilaç, doğru zaman ve doğru kayıt en sık ifade edilen ilkeler olmuştur. İş yükü, hasta ve tedavi yoğunluğu, personel yetersizliği, zaman baskısı ve malzeme eksikliği güvenli uygulamaları zorlaştırmıştır. El hijyeni, el dezenfektanı kullanımı ve hasta temasından önce ve sonra aseptik uygulamalar öne çıkmıştır. Eğitim ve klinik deneyimin güvenli uygulamaları desteklediği belirtilmiştir.

Sonuç: Hemşirelerin ilaç güvenliği ve asepsi konusunda farkındalıklarının yüksek olduğu ve bu uygulamaları günlük klinik bakımın önemli bir parçası olarak gördükleri sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, güvenli uygulamaların sürdürülebilmesi için bireysel bilgi ve farkındalığın yanı sıra personel sayısının yeterli olması, iş yükünün azaltılması, zaman ve malzeme olanaklarının iyileştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Çocuk sağlığı, hemşire, hasta güvenliği, ilaç güvenliği, asepsi

ABSTRACT

Introduction: Medication administration in pediatric wards requires a high level of attention due to the age and developmental characteristics of children, the precision of dose calculations, and the serious consequences that can result from medication errors. Correct principles of medication administration and aseptic practices are fundamental components of patient safety. However, it is important to consider both nurses' experiences with these practices and the challenges they encounter in the clinical setting.

Objective: The aim of this study is to explore the experiences and perceptions of nurses working in pediatric wards regarding medication safety and aseptic practices.

Method: A qualitative research design was employed, involving face-to-face interviews with a total of 15 nurses working in pediatric wards. Data were collected using semi-structured interview forms. The interviews explored nurses' views regarding medication administration principles, medication administration processes, aseptic practices, challenges encountered, education, and clinical experience. The data were analyzed using content analysis; similar statements were coded to generate themes and subthemes, and participants' views were supported by direct quotations.

Results: Seven themes emerged: perception of medication administration principles as fundamental to patient safety; integration of medication administration principles into routine clinical practice; factors hindering safe medication administration; risk and challenges in medication administration; asepsis; factors hindering aseptic practices; and factors supporting patient safety and proposed solutions. All nurses emphasized the right patient, while the right route, right medication, right time, and right documentation were frequently mentioned principles. Workload, patient and treatment intensity, insufficient staffing, time pressure, and lack of materials were identified as major barriers to safe practices. Hand hygiene, use of hand disinfectant, and aseptic practices before and after patient contact were prominent. Education and clinical experience were reported to support safe practices.

Conclusion: The study concluded that nurses demonstrated a high level of awareness regarding medication safety and aseptic practices and considered these practices an important part of daily clinical care. However, maintaining safe practices requires not only individual knowledge and awareness but also adequate staffing, reduced workload, and improved access to sufficient time and materials.

Keywords: pediatric health; nursing; patient safety; medication safety; aseptic practice

KİSTİK FİBROZİSLİ ÇOCUKLARDA BALGAM KÜLTÜRLERİNİN MİKROBİYOLOJİK PROFİLİ

MICROBIOLOGICAL PROFILE OF SPUTUM CULTURES IN CHILDREN WITH CYSTIC FIBROSIS

Uzm. Dr. Elif Tuğçe GÜNER

Ankara Etlik Şehir Hastanesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Bölümü, Yenimahalle, Ankara.

Orcid: 0000-0002-8832-2201

ÖZET

Giriş ve Amaç

Kistik fibrozisli çocuklarda kronik ve tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonları, pulmoner hastalık progresyonunun önemli belirleyicilerindendir. Bu çalışmada, balgam kültürlerinde saptanan mikroorganizmaların dağılımı ile tekli/çoklu etken sıklığının cinsiyet ve ayaktan/yatan hasta durumuna göre değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem

Bu retrospektif çalışmada, Aralık 2025–Ağustos 2026 tarihleri arasında Ankara Etlik Şehir Hastanesi Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarına gönderilen kistik fibrozisli çocuklara ait balgam kültürleri değerlendirildi. Örnekler standart mikrobiyolojik yöntemlerle kültüre edildi; mikroorganizmalar MALDI-TOF MS (Bruker MALDI Biotyper® Sirius, Bremen, Almanya) ile tanımlandı.

Bulgular

Toplam 166 balgam kültürünün 16'sında (%9,6) solunum yolu florası dışında en az bir mikroorganizma saptandı. Pozitif kültürlerin 10'unda tekli, 6'sında çoklu etken bulunurken, tüm örneklerde bu oranlar sırasıyla %6,0 ve %3,6 idi. Dağılım cinsiyete göre farklılık göstermedi (p=0,954). En sık *Candida albicans* (%4,2), *Acinetobacter* spp. (%2,4) ve *Pseudomonas aeruginosa* (%1,8) saptandı. Tekli etkenlerde *C. albicans* (%60,0), çoklu etkenlerde *P. aeruginosa* ve *Acinetobacter* spp. birlikteliği (%50,0) en sıktı. Etken saptanma oranı yatan hastalarda ayaktan hastalara göre daha yüksekti (%36,8'e karşı %6,1; p<0,001). Yatan hastalarda tekli (%21,1'e karşı %4,1) ve çoklu etken (%15,8'e karşı %2,0) oranları da ayaktan hastalara göre daha yüksekti (p<0,001). *P. aeruginosa* (p=0,035), *Acinetobacter* spp. (p=0,005) ve *Candida glabrata* (p=0,012) yatan hastalarda daha sık saptandı (Tablo 1).

Sonuç

Kistik fibrozisli çocukların balgam kültürlerinde tekli ve çoklu mikroorganizmaların saptanması, solunum yolu mikrobiyolojisinin heterojen yapısını göstermektedir. Etken saptanma oranının yatan hastalarda daha yüksek olması ve *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. ve *C. glabrata*'nın bu grupta daha sık saptanması dikkat çekicidir. Bulgularımız, özellikle yatan hastalarda solunum yolu mikrobiyolojik profilinin düzenli izlenmesi ve çoklu etken varlığının dikkate alınmasının önemini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: Kistik fibrozis; balgam kültürü; solunum yolu patojenleri; *Pseudomonas aeruginosa*

Tablo 1. Balgam kültürlerinde saptanan mikroorganizmaların hasta izlem durumuna göre dağılımı

Mikroorganizma	Ayaktan hastalar (n=147), n (%)	Yatan hastalar (n=19), n (%)	Toplam (n=166), n (%)	p-değeri
Candida albicans	5 (3.4)	2 (10.5)	7 (4.2)	0.184
Acinetobacter spp.	1 (0.7)	3 (15.8)	4 (2.4)	0.005
Pseudomonas aeruginosa	1 (0.7)	2 (10.5)	3 (1.8)	0.035
Candida glabrata	0 (0.0)	2 (10.5)	2 (1.2)	0.012
Enterobacter spp.	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Proteus spp.	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Aspergillus fumigatus complex	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Stenotrophomonas maltophilia	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Staphylococcus aureus (MRSA)	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Klebsiella pneumoniae	0 (0.0)	1 (5.3)	1 (0.6)	0.114

ABSTRACT

Introduction

Chronic and recurrent respiratory tract infections are major determinants of pulmonary disease progression in children with cystic fibrosis. This study aimed to evaluate the distribution of microorganisms detected in sputum cultures and the frequency of single and multiple microorganism detection according to sex and patient setting (outpatient vs. inpatient).

Materials and Methods

In this retrospective study, sputum cultures obtained from children with cystic fibrosis and submitted to the Medical Microbiology Laboratory of Ankara Etlik City Hospital between December 2025 and August 2026 were evaluated. Samples were cultured using standard microbiological methods, and microorganisms were identified by MALDI-TOF MS (Bruker MALDI Biotyper® Sirius, Bremen, Germany).

Results

Among 166 sputum cultures, at least one microorganism other than normal respiratory flora was detected in 16 (9.6%). Of the positive cultures, 10 yielded a single microorganism and six yielded multiple microorganisms, corresponding to overall rates of 6.0% and 3.6%, respectively. The distribution did not differ significantly by sex (p=0.954). The most frequently detected microorganisms were *Candida albicans* (4.2%), *Acinetobacter* spp. (2.4%), and *Pseudomonas aeruginosa* (1.8%). *C. albicans* was the most common microorganism among cultures with a single microorganism (60.0%), whereas the combination of *P. aeruginosa* and *Acinetobacter* spp. was the most frequent among cultures with multiple microorganisms (50.0%). The overall microorganism detection rate

was significantly higher among inpatients than outpatients (36.8% vs. 6.1%; p<0.001). Similarly, the rates of both single (21.1% vs. 4.1%) and multiple microorganism detection (15.8% vs. 2.0%) were significantly higher among inpatients (p<0.001). *P. aeruginosa* (p=0.035), *Acinetobacter* spp. (p=0.005), and *Candida glabrata* (p=0.012) were significantly more frequently detected among inpatients (Table 1).

Conclusion

The detection of both single and multiple microorganisms in sputum cultures from children with cystic fibrosis highlights the heterogeneous nature of respiratory tract microbiology in this population. The higher microorganism detection rate among inpatients, particularly for *P. aeruginosa*, *Acinetobacter* spp., and *C. glabrata*, is noteworthy. Our findings support the importance of regular monitoring of the respiratory microbiological profile, particularly in hospitalized children, with careful consideration of the presence of multiple microorganisms.

Keywords: Cystic fibrosis; sputum culture; respiratory tract pathogens; *Pseudomonas aeruginosa*

Table 1. Distribution of microorganisms detected in sputum cultures according to patient setting.

Microorganism	Ayaktan hastalar (n=147), n (%)	Yatan hastalar (n=19), n (%)	Toplam (n=166), n (%)	p-değeri
Candida albicans	5 (3.4)	2 (10.5)	7 (4.2)	0.184
Acinetobacter spp.	1 (0.7)	3 (15.8)	4 (2.4)	0.005
Pseudomonas aeruginosa	1 (0.7)	2 (10.5)	3 (1.8)	0.035
Candida glabrata	0 (0.0)	2 (10.5)	2 (1.2)	0.012
Enterobacter spp.	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Proteus spp.	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Aspergillus fumigatus complex	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Stenotrophomonas maltophilia	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Staphylococcus aureus (MRSA)	1 (0.7)	0 (0.0)	1 (0.6)	1.000
Klebsiella pneumoniae	0 (0.0)	1 (5.3)	1 (0.6)	0.114

MESLEKİ KİMYASAL GÖZ YARALANMALARI: ÖNLENEBİLİR BİR İŞ KAZASINA GÜNCEL YAKLAŞIM

OCCUPATIONAL CHEMICAL EYE INJURIES: A CONTEMPORARY APPROACH TO A PREVENTABLE OCCUPATIONAL ACCIDENT

Asuman ASLAN KARA

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye.
Gaziantep Şehir Hastanesi, İş ve Meslek Hastalıkları Polikliniği, Gaziantep, Türkiye.

ORCID: 0009-0005-4711-4149

ABSTRACT

Occupational chemical eye injuries are preventable workplace accidents frequently seen among workers in the industrial and agricultural sectors. If not appropriately and promptly managed, they can result in permanent vision loss. These injuries constitute a significant occupational health issue due to their impact on worker health, as well as workforce loss and high treatment costs. To evaluate the epidemiological characteristics, clinical findings, emergency treatment steps, and prevention strategies of occupational chemical eye injuries in light of the current literature. Current evidence related to occupational chemical eye injuries was reviewed, and epidemiological characteristics, clinical findings, emergency treatment approaches, and prevention strategies were assessed. Studies report that chemical eye injuries are more frequently observed in working-age males, with a significant proportion of cases occurring in the workplace. In a seven-year retrospective study conducted in China, alkali burns (19.2%) were found to be the most common among hospitalized cases, followed by acid burns (16.6%), with the majority of cases being workers. In the United Kingdom, approximately one third (32.5%) of severe chemical eye injuries were reported to occur in the workplace. Alkali agents rapidly penetrate the cornea and anterior segment tissues, causing more severe damage compared to acids, while hydrofluoric acid is of particular importance due to its risk of deep tissue penetration and systemic toxicity. Early and copious irrigation has been shown to be the most important modifiable prognostic factor, and the use of appropriate personal protective equipment and eye wash stations is effective in reducing injuries. In addition to medical treatment, surgical interventions such as amniotic membrane transplantation, limbal stem cell transplantation, and corneal transplantation may be required in severe chemical eye injuries. Occupational chemical eye injuries are largely preventable workplace accidents. Safe chemical management in high-risk sectors, use of appropriate personal protective equipment, easily accessible eye wash stations, and widespread worker training are key strategies in reducing the frequency of injuries and permanent vision loss. Early irrigation and rapid ophthalmological evaluation are the most important steps for successful treatment.

Keywords: Occupational eye injury, chemical eye burn, occupational health, alkali burn, prevention.

ÖZET

Mesleki kimyasal göz yaralanmaları, sanayi ve tarım sektöründe çalışanlarda sık görülen, uygun ve zamanında müdahale edilmediğinde kalıcı görme kaybı ile sonuçlanabilen önlenebilir iş kazaları arasında yer almaktadır. Bu yaralanmalar, çalışan sağlığı yanında iş gücü kaybı ve yüksek tedavi maliyetleri nedeniyle önemli bir iş sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Mesleki kimyasal göz yaralanmalarının epidemiyolojik özelliklerini, klinik bulgularını, acil tedavi basamaklarını ve korunma stratejilerini güncel literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Mesleki kimyasal göz yaralanmalarına ilişkin güncel kanıtlar incelenerek epidemiyolojik özellikler, klinik bulgular, acil tedavi yaklaşımları ve korunma stratejileri değerlendirildi. Çalışmalarda kimyasal göz yaralanmalarının özellikle çalışma çağındaki erkeklerde daha sık görüldüğü, olguların önemli bir kısmının iş yerinde meydana geldiği bildirilmiştir. Çin'de gerçekleştirilen yedi yıllık retrospektif bir çalışmada hastaneye yatırılan olgularda en sık alkali (%19,2), ikinci sıklıkta asit (%16,6) yanıkları saptanmış, olguların büyük bölümünü işçiler oluşturmuştur. İngiltere'de ağır kimyasal göz yaralanmalarının yaklaşık üçte birinin (%32,5) iş yerinde geliştiği bildirilmiştir. Alkali ajanlar kornea ve ön segment dokularına hızla penetre olarak asitlere göre daha ağır hasara neden olurken, hidroflorik asit derin doku penetrasyonu ve sistemik toksisite riski nedeniyle özel önem taşımaktadır. Erken ve bol irrigasyonun prognozu belirleyen en önemli değiştirilebilir faktör olduğu, uygun kişisel koruyucu donanım kullanımı ve göz yıkama istasyonlarının yaralanmaları azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Ağır kimyasal göz yaralanmalarında medikal tedaviye ek olarak amniyotik membran transplantasyonu limbal kök hücre nakli ve kornea nakli gibi cerrahi girişimler gerekebilmektedir. Mesleki kimyasal göz yaralanmaları büyük ölçüde önlenebilir iş kazalarıdır. Riskli iş kollarında güvenli kimyasal yönetimi, uygun kişisel koruyucu donanım kullanımı, kolay erişilebilir göz yıkama istasyonları ve çalışan eğitimlerinin yaygınlaştırılması yaralanma sıklığını ve kalıcı görme kaybını azaltmada temel stratejilerdir. Erken irrigasyon ve hızlı oftalmolojik değerlendirme başarılı tedavinin en önemli basamaklarını oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mesleki göz yaralanması, kimyasal göz yanığı, iş sağlığı, alkali yanığı, korunma.

GİRİŞ

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verileri, dünya genelinde her yıl yaklaşık 395 milyon ölümcül olmayan iş kazasının meydana geldiğini göstermektedir (International Labour Organization [ILO], 2023). İş yeri kaynaklı göz yaralanmaları bu kazalar içinde önemli bir yer tutmakta olup, yıllık yaklaşık 3,5 milyon olgu ile ölümcül olmayan mesleki yaralanmaların yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır. Ayrıca, çalışma yaşamına bağlı gelişen görme bozuklukları dünya genelinde yaklaşık 13 milyon kişiyi etkilemekte olup ve mesleki göz yaralanmalarının önlenebilir olmasına rağmen önemli bir halk sağlığı ve iş sağlığı sorunu olduğunu ortaya koymaktadır (World Health Organization [WHO], 2023).

Gözün kimyasal yaralanmaları oküler travmanın %11,5-%22,1'i kadarı olup, daha çok endüstriyel ve tarımsal ortamlarda meydana gelmektedir (Kwok ve Chew, 2019). 2021 de yapılan çalışma oküler yüzey kimyasal yaralanmanın, tüm oküler acil durumların %0,1-15'inden sorumlu olduğu, genç erkeklerin en fazla risk altındaki grup olduğu gelişmiş ülkelerde de özellikle deterjan kapsüllerinden dolayı küçük çocuklarda yüksek oranlarda gözlendiği belirtilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki acil servis maliyetlerinin dört yıl içinde 106,7 milyon dolar olduğu, glokom gibi komplikasyonların tedavi maliyetinin beş yılda yaklaşık 93.000 dolar kadar olduğu tahmin edilmiştir (Ahmmed, Ting ve Figueiredo, 2021). Kimyasalın doğrudan göze teması ya da kontamine ellerle gözlerin

ovuşturulmasıyla oluşan kimyasallar göz yaralanmaları hafif olabileceği gibi kalıcı görme kaybı hatta göz kaybına da neden olabilmektedir. Kimyasal maddenin yapısı ve dozu, maruziyet süresi, etkilenen doku ve uygulanan tedavi prognozu belirlemektedir. Güçlü alkali ve asidik maddeler, ciddi göz ve göz kapağı yaralanmalarına neden olabilmektedir (Dikshith, 2013). Çin'de yapılan araştırmada 7 yıllık retrospektif olarak hastanede göz yanığı nedeniyle yatan 150 hastada en sık alkali yanıkları (%19,21), sonrasında asit yanıkları (%16,56) gözlenmiş ve en yaygın meslekler işçiler (%62,91) ve çiftçiler (%12,58) olduğu bildirilmiştir (Lu ve diğerleri, 2023). İngiltere'de 2 yılda acil göz servisine yatış gerektiren 38 göz yaralanması olgusunun %81 i alkali, %8'i asidik yanık ve yaralanmaların %32,5 kadarı iş yerinde meydana geldiği bildirilmiştir (Salvador-Culla, Hogg, Okonkwo, Mulroy, Figueiredo ve Figueiredo, 2023).

ALKALİ AJANLAR

Oküler alkali yanığı ciddi bir oftalmik acil durumdur. Yüksek penetrasyonlu alkaliler, kalıcı epitel defektlerine, şiddetli kuru göz sendromu, akut kornea perforasyonuna ve şiddetli skarlaşmaya yol açan güçlü inflamatuvar yanıtlara ve dolayısıyla kalıcı ağrıya, görme kaybına ve skatrisyel sekellere neden olur (Shi ve diğerleri, 2023). Çalışma yaşantısında, Alkalilerin kullanım alanının daha çok olması sebebi ile alkali ile yaralanmalara daha sık (%60) rastlanmaktadır (Lu ve diğerleri, 2023; Salvador-Culla, Hogg, Okonkwo, Mulroy, Figueiredo ve Figueiredo, 2023).

Alkali ajanlar lipofiliktir, bu nedenle dokulara asitlerden daha hızlı nüfuz eder. Ve yıkıcı etki saatlerce devam edebilmektedir. Bu nedenle göze alkali teması halinde saniyeler içerisinde irrigasyon uygulanmalı, etken seyreltilmeli ya da ortadan kaldırılmalıdır. Kornea ve ön odadan hızlı penetrasyon nedeniyle alkali yanıkları asit yanıklarından daha şiddetli olabilir (Claassen, Rodil Dos Anjos ve Broding, 2021).

ASİDİK AJANLAR

Pil ve akü endüstrisinde metali temizlemek için kullanılan güçlü asitler de ciddi göz yaralanmalarının yaygın nedenlerindendir. 1982 de, Adelaide'deki bir hastaneye kurşun-asit araba aküsü patlamaları sonucu başvuran bir dizi oküler travma vakalarında yüzeysel asit yanığın dan delici göz yaralanması ve retina kanamasına kadar olan yaralanmalar görülmüştür (Siebert, 1982).

Alkalilere göre daha çabuk nötralize olur ve protein denatürasyonu yaparak yoğunlaşan proteinlerin bir bariyer olması nedeni ile dokuya penetrasyonları alkalilere göre daha azdır dolayısıyla genelde alkali maddelere göre daha az zararlıdır. Bunun tek istisnası hidroflorik asittir. Hidroflorik asit; içerdiği hidrojen iyonlarının koroziv doğasını ve florür iyonlarının derin dokuya nüfuz ederek nekroza neden olması nedeniyle "çifte tehlike" özelliğine sahiptir. Hidroflorik asit içeren pas sökücüler, deterjanlar, klozet temizleyicileri, böcek ilaçları gibi tüketici ürünlerinde de bulunmaktadır. Hidroflorik asit, (OSHA PEL (İzin Verilen Maruz Kalma Sınır) =3 ppm iken, 04 ppm'lik PEL in çok altında konsantrasyonlarda bile son derece aşındırıcıdır. Oldukça zehirli ve zararlı olduğu için sistemik florür toksitesi ciddi bir endişe kaynağıdır. Korneaya da hızla nüfuz ederek ve ön segment yıkımına neden olmaktadır. Hidroflorik (HF) asit, alüminyum, paslanmaz çelik ve hidroflorokarbon üretimi, cam aşındırma, gemi taşımacılığı, petrol rafinerileri, yangın söndürücü üretimi, çelik fabrikaları, ilaç endüstrisindeki tüm flor bileşiklerinin öncüsü olarak birçok endüstriyel dalda kullanılan son derece güçlü bir inorganik asittir (Schwerin, Schaffer ve Hatcher, 2026).

KLİNİK

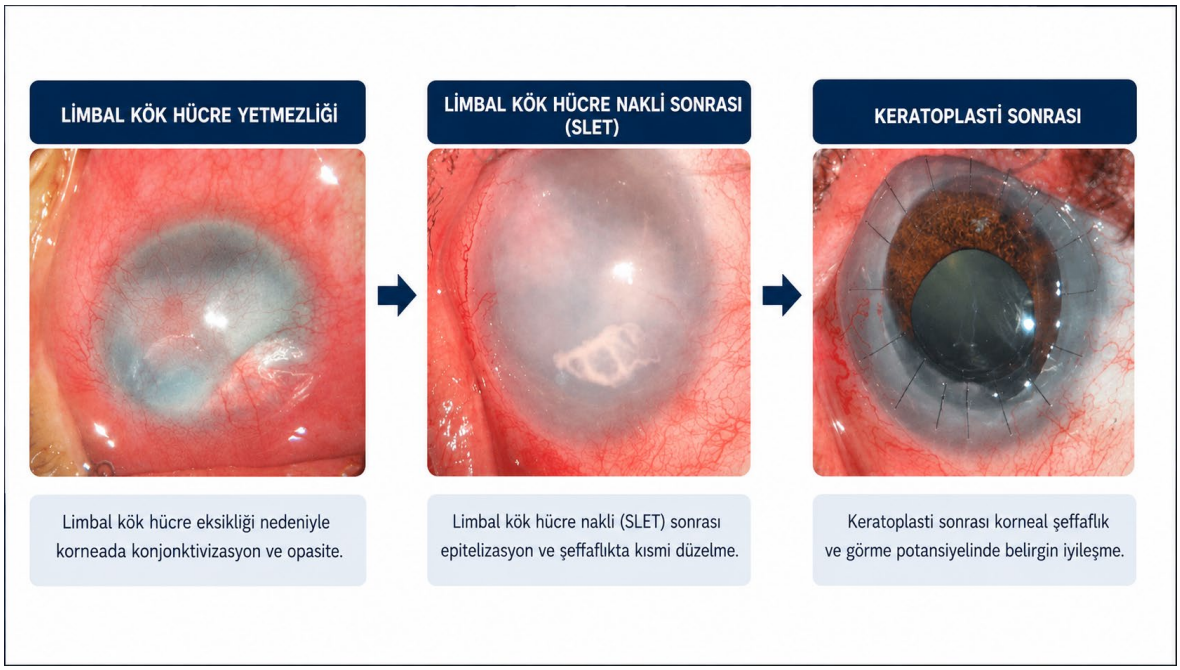
Kimyasal yaralanmalar sonucu yüz ve göz kapağında ödem ve eritem, konjonktivada hafif hiperemi ve küçük hemorajiler kornea opaklaşması görülebilir. Güçlü alkaliler kısa bir sürede (15 sn) ön kamaraya geçerek ve daha derin dokulara nüfuz eder ve glokoma neden olabilir.

Kimyasallar lense ulaşarak katarakta neden olabilmektedir (Bizrah, Yusuf ve Ahmad, 2019; Sharma, Kaur, Agarwal, Sangwan ve Vajpayee, 2018).

TEDAVİ VE PROGNOZ

Kimyasal bir maddeye maruz kalım durumunda göz, hemen bol miktarda suyla yıkanmalıdır ve konjonktiva yüzeyi pH sı nötr olana kadar devam edilmelidir. Konjonktivanın iyice temizlenmesi için kapaklar açık tutulmalı, partikül maddeler çıkarılmalıdır. İş yerinde başlanması en önemli müdahaledir. Güncel Alman kılavuzlarına vurgu yaparak literatürü gözden geçiren bir çalışmada kimyasal göz yanıklarının, önlenebilir, ancak sık görülen bir mesleki yaralanma olduğu belirtilmiştir. En uygun acil durum yönetimini sağlamak için kılavuzların düzenli olarak gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Eğer yaralanmayı önlemede ilk basamak olan tedbirler başarısız olmuşsa ve göz yanığı oluşmuşsa, En kolay ve hazır durulama solüsyonu, olan musluk suyu ile gözün derhal ve bol miktarda yıkanmasının hâlâ en önemli acil tedavi yöntemi olduğunu bildirmiştir (Claassen, Rodil Dos Anjos ve Broding, 2021). Göz ve göz kapağının kimyasala maruziyeti sonrasında, oküloplastik cerrahi müdahale gerekebilir, göz kuruluğuna sebep olabilir. İyileşmesinde kritik faktör descemet membranının ve endotelin yaralanıp yaralanmadığıdır çünkü eğer yaralandıysa arka stromada da fibrozis oluşur ve tüm kornea tutulur (Villabona-Martinez, Sampaio, Shiju ve Wilson, 2023). Limbal bölgenin ciddi etkilenmesi sonucu kök hücre yetmezliği ve korneada oluşan bu hasarın boyutuna göre kornea nakli gerekebilmektedir (Sharma, Kaur, Agarwal, Sangwan ve Vajpayee, 2018).

Kimyasal yaralanma tablosu hafif skarlarla atlatılabileceği gibi süreç göz kaybı ile de sonlana bilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Koruyucu gözlük kullanmayan bir temizlik işçisinde konsantre sodyum hipoklorit sıçraması sonrası gelişen akut kimyasal göz yaralanmasına bağlı limbal kök hücre yetmezliğinin cerrahi tedavi süreci. *Dr. Necip Kara'nın arşivinden, izinle kullanılmıştır*.

ÖNLEMLER

İş gereği kullanılan kimyasal maddelerin toksik etkilerinin bilinmelidir. Kimyasallar, kırılmaz kapalı kaplarda muhafaza edilmelidir. Bu kimyasallarla uğraşacak çalışanlar için olası göz yaralanmasına karşı koruma kalkanı veya gözlük gibi KKD sağlanmalıdır. Kimyasal bir madde ile gerçekleşen göz yaralanmalarında zaman kaybetmeden iş yerinde yüzün ve gözlerin yıkanabilmesi için istasyonların hazır bulunması son derece önemlidir. En iyi eylem planının her zaman önleme olduğunu unutulmamalıdır ve göz yaralanması durumunda mevcut en iyi tıbbi ve cerrahi bakıma rağmen önemli morbidite ve görsel sekellerin ortaya çıkabilmektedir. Ve bu durumun da mağdurların sosyoekonomik durumunu etkileyebileceği vurgulanmıştır (Lu ve diğerleri, 2023). Kimyasal yanıkların acil müdahalesi için risk altındaki çalışanlara eğitim programları gereklidir (Patek, Bates ve Gurnani, 2026).

SONUÇ

Mesleki kimyasal göz yaralanmaları, büyük ölçüde önlenebilir olmasına rağmen kalıcı görme kaybı, kornea opasitesi, limbal kök hücre yetmezliği ve ileri olgularda kornea nakline kadar uzanabilen ciddi sonuçlara neden olabilmektedir. İyileşme süreci, İyileşme süreci; kimyasalın çeşidine, temas süresine, hasarın derinliğine ve en önemlisi de yapılan ilk müdahalenin hızına ve doğruluğuna doğrudan bağlıdır. Bu nedenle iş yerlerinde kimyasal yönetiminin doğru yapılması, uygun koruyucu gözlüklerin kullanılması, acil göz yıkama istasyonlarının erişilebilir olması ve personelin ilk yardım konusunda düzenli eğitilmesi büyük önem taşımaktadır. Kimyasal göz yaralanmalarında en etkili yaklaşımın yaralanmayı önlemek olduğu, maruziyet durumunda ise gecikmeden başlanan bol irrigasyon ve uygun oftalmolojik tedavinin görsel prognozu belirleyen en önemli basamaklar olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Ahmmed, A. A., Ting, D. S. J., & Figueiredo, F. C. (2021). Epidemiology, economic and humanistic burdens of Ocular Surface Chemical Injury: A narrative review. *The ocular surface*, *20*, 199–211.

Bizrah, M., Yusuf, A., & Ahmad, S. (2019). An update on chemical eye burns. *Eye (London, England)*, *33*(9), 1362–1377.

Claassen, K., Rodil Dos Anjos, D., & Broding, H. C. (2021). Current status of emergency treatment of chemical eye burns in workplaces. *International journal of ophthalmology*, *14*(2), 306–309.

Dikshith, T. S. S. (2013). *Hazardous chemicals: safety management and global regulations*. CRC press.

International Labour Organization. (2023, November 26). *Nearly 3 million people die of work-related accidents and diseases* https://www.ilo.org/resource/news/nearly-3-million-people-die-work-related-accidents-and-diseases

Kwok, J. M., & Chew, H. F. (2019). Chemical injuries of the eye. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, *191*(37), E1028.

Lu, Z., Chu, T., Yang, Z. H., Xia, X., Shen, Y. H., Chen, J. H. ve ark. (2023). Epidemiological features and management of eye burn patients in Wuxi, China. *BMJ open ophthalmology*, *8*(1), e001171.

Patek, G. C., Bates, A., & Gurnani, B. (2026). Ocular Burns. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Salvador-Culla, B., Hogg, J., Okonkwo, A., Mulroy, J., Figueiredo, G. S., & Figueiredo, F. C. (2023). Severe chemical eye injuries - clinical outcomes and associated socio-economic factors. *Scars, burns & healing*, *9*, 20595131231180367.

Schwerin, D. L., Schaffer, D. H., & Hatcher, J. D. (2026). Hydrofluoric Acid Toxicity. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Sharma, N., Kaur, M., Agarwal, T., Sangwan, V. S., & Vajpayee, R. B. (2018). Treatment of acute ocular chemical burns. *Survey of ophthalmology*, *63*(2), 214–235.

Shi, X., Zhou, T., Huang, S., Yao, Y., Xu, P., Hu, S. ve ark. (2023). An electrospun scaffold functionalized with a ROS-scavenging hydrogel stimulates ocular wound healing. *Acta biomaterialia*, *158*, 266–280.

Siebert, S. (1982). Ocular trauma from lead-acid vehicle battery explosions. *Australian journal of ophthalmology*, *10*(1), 53–61.

Villabona-Martinez, V., Sampaio, L. P., Shiju, T. M., & Wilson, S. E. (2023). Standardization of corneal alkali burn methodology in rabbits. *Experimental eye research*, *230*, 109443.

World Health Organization. (2023, September 15). *ILO/IAPB eye health and the world of work*. https://www.who.int/news/item/15-09-2023-ilo-iapb-eye-health-and-the-world-of-work

HISTOLOGICAL AND IMMUNOHISTOCHEMICAL EVALUATION OF THE EFFECTS OF 27.12 MHZ RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD EXPOSURE ON RAT OVARIAN TISSUE

Emine SARMAN

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Afyonkarahisar, Türkiye

ORCID: 0000-0002-4671-9315

Halil AŞÇI

Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Suleyman Demirel University, Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0002-1545-035X

Selçuk ÇÖMLEKÇİ

Department of Electrical and Electronics Engineering, Suleyman Demirel University (Emeritus), Isparta, Türkiye

ORCID: 0000-0003-1389-6435

ABSTRACT

Aim: High-frequency pulsed electromagnetic fields are non-invasive, contactless adjunctive treatment modalities. This study evaluated the effects of 27.12 MHz radiofrequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure on ovarian tissue integrity in female rats after exposure durations of 30, 180, and 360 minutes.

Material and Methods: Twenty-four female Wistar Albino rats were randomly divided into four groups of six: control, 30-minute exposure, 180-minute exposure, and 360-minute exposure. After decapitation, the ovaries were collected and fixed in 10% formaldehyde for histopathological and immunohistochemical examination. Tissue damage was evaluated using hematoxylin and eosin staining. Immunohistochemical staining was performed to assess PCNA, KISS1, and NF-κB p65 immunoreactivities.

Results: The ovarian tissue in the control group showed preserved overall histological architecture. In the RF-EMF exposure groups, tissue degeneration, mild hyperemia, and edema increased with exposure duration. PCNA and NF-κB p65 immunoreactivities in the 30-minute exposure group were comparable to those in the control group but increased after longer exposure periods. In contrast, KISS1 immunoreactivity was strong in the control and 30-minute exposure groups and gradually decreased with increasing exposure duration.

Conclusion: A 30-minute exposure to 27.12 MHz RF-EMF did not cause marked ovarian tissue damage, whereas longer exposure durations were associated with structural degeneration and alterations in PCNA, NF-κB p65, and KISS1 immunoreactivities. These findings suggest that exposure duration is an important determinant of the tissue response to RF-EMF.

Keywords: Radiofrequency electromagnetic fields; ovary; PCNA; KISS1; NF-κB p65

JUVENİL VE YETİŞKİN DÖNEMDE OLUŞTURULAN NEFREKTOMİ MODELLERİNDE GRP78 PROTEİNİN EKSPRESYON PATERNİNİN ANALİZİ

ANALYSIS OF THE EXPRESSION PATTERN OF GRP78 PROTEIN IN NEPHRECTOMY MODELS CREATED IN JUVENILE AND ADULT STAGES

Halil İlber SARITEKE

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Lisans Öğrencisi, Antalya, Türkiye

Yusuf Ali ODABAŞI

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Lisans Öğrencisi, Antalya, Türkiye

Tuğba KARAMAN MERCAN(PhD)

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji ve Genetik A.D., Antalya, Türkiye

Songül ARABUL(MD)

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Cerrahisi A.D., Antalya, Türkiye

Güngör KARAGÜZEL(MD)

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Cerrahisi A.D., Antalya, Türkiye

Esma KIRIMLIOĞLU(PHD)

Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji A.D., Antalya, Türkiye

ÖZET

Giriş: Tek böbrekli veya parsiyel nefrektomi (**Nx**) uygulanmış rat modelleri, azalmış böbrek dokusuna karşı gelişen uyum mekanizmalarını araştırmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır(1,2). Glukoz ile düzenlenen protein 78 (**GRP78**) ekspresyonundaki artış, azalmış nefron kütlesi nedeniyle kalan böbrekte oluşan filtrasyon yüküne yanıt olarak gelişen endoplazmik retikulum (**ER**) stresinin erken moleküler belirteçlerinden biridir(3,4). Bu yanıt kısa dönemde hücresel adaptasyonu destekleyebilmekle birlikte, uzun süre devam etmesi tübülointerstisyel fibrozis ve glomerüler hasar gelişimine yol açarak kronik böbrek hastalığının ilerlemesine katkıda bulunur(5).

Amaç: Juvenil ve erişkin dönemde 5/6 Nx ve tek taraflı parsiyel(TP) Nx uygulanan ratlarda, cerrahi sonrası 30. günde ER stresine (**ERS**) yanıt olarak GRP78 proteininin ekspresyonundaki değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmada 3 (**juvenil**) ve 8 (**erişkin**) haftalık olmak üzere toplam 36 erkek Wistar rat kullanıldı. Her yaş grubundaki ratlar Kontrol (n=6), 5/6 Nx (n=6) ve TP Nx (n=6) olmak üzere 3'er gruba ayrıldı. Nx'nin erken kronik dönem etkileri postoperatif 30.

günde değerlendirildi. Ardından böbrek dokuları kriyomatrikse gömülüp hazırlanan kesitlerde GRP78 protein ekspresyonu immünfloresan boyama yöntemiyle incelendi. Floresan mikroskobu görüntüleri Fiji yazılımı aracılığıyla kantitatif olarak analiz edildi ve sitoplazmik düzeltilmiş toplam hücre floresansı (**CTCF**) hesaplandı. Gruplar arasındaki farklar iki yönlü ANOVA ve Tukey post-hoc testiyle değerlendirildi.

Bulgular: 3 haftalık 5/6 Nx grubundaki GRP78 ekspresyonu, aynı yaştaki kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek bulundu (**p=0,0473**). Ayrıca 3 haftalık 5/6 Nx grubundaki ekspresyon, 8 haftalık TP Nx grubuna göre daha yüksekti (**p=0,0440**).

Sonuç: Deneysel Nx modelinde böbrek doku hasarına bağlı hücresel stres yanıtı, GRP78 ekspresyonunun **CTCF** üzerinden değerlendirilmesiyle incelendi. Juvenil 5/6 Nx grubunda GRP78 ekspresyonunun kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunması (**p = 0.0473**), erken evre doku kaybı, hemodinamik yük artışına yanıt olarak ERS'inin ve kompansatuar şaperon yanıtının aktive olduğunu düşündürmektedir. Juvenil 5/6 Nx ve erişkin TP Nx grupları arasındaki farklılık, renal hasara verilen hücresel stres yanıtının yaş ve Nx modeline göre değişebileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nefrektomi, endoplazmik retikulum stresi, GRP78, renal adaptasyon

ABSTRACT

Introduction: Uninephrectomized or partial nephrectomy (Nx) rodent models are widely used to investigate compensatory adaptation mechanisms in response to reduced renal mass. Upregulation of glucose-regulated protein 78 (GRP78) expression serves as an early molecular hallmark of endoplasmic reticulum (ER) stress induced by filtration overload on remnant nephrons. While initially adaptive, sustained ER stress promotes tubulointerstitial fibrosis and glomerulosclerosis, accelerating chronic kidney disease progression.

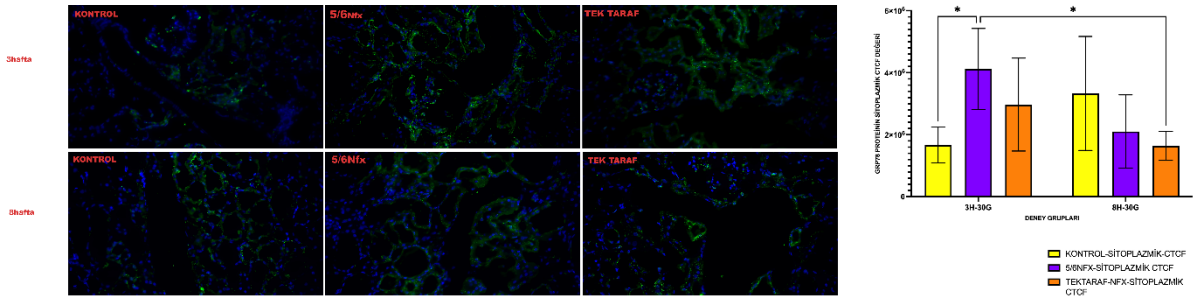
Aim: This study aimed to investigate quantitative alterations in renal GRP78 protein expression as an ER stress indicator on postoperative day 30 in juvenile and adult male rats subjected to 5/6 Nx and unilateral partial (UP) Nx surgical models

Methods: A total of 36 male Wistar rats aged 3 weeks (juvenile) and 8 weeks (adult) were utilized. Rats in each age group were divided into three experimental subgroups: Control (n = 6), 5/6 Nx (n = 6), and UP Nx (n = 6). Remnant renal tissues were harvested on postoperative day 30, embedded in cryomatrix, and processed for immunofluorescence staining targeting GRP78. Fluorescence microscope images were quantitatively analyzed using Fiji software to measure cytoplasmic corrected total cell fluorescence (CTCF). Statistical differences were determined using two-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test ($p < 0.05$)

Results: Quantitative CTCF analysis revealed that renal GRP78 expression in 3-week-old juvenile 5/6 Nx rats was significantly higher than in age-matched controls ($p = 0.0473$). Additionally, juvenile 5/6 Nx rats exhibited significantly greater GRP78 expression compared to the 8-week-old adult UP Nx cohort ($p = 0.0440$).

Conclusion: Our findings demonstrate that critical nefron mass reduction initiates a pronounced GRP78-mediated compensatory chaperone response and ER stress cascade, particularly during early developmental stages. The significant divergence between juvenile 5/6 Nx and adult UP Nx animals indicates that the magnitude of renal cellular stress adaptation depends substantially on both host maturation stage and the extent of surgical tissue ablation.

Keywords: Nephrectomy, endoplasmic reticulum stress, GRP78, renal adaptation



Şekil. Farklı nefrektomi modellerinde ve yaş gruplarında renal GRP78 protein ekspresyonunun değerlendirilmesi.

3 haftalık (juvenil) ve 8 haftalık (erişkin) ratlardan elde edilen böbrek kesitlerinin GRP78 (yeşil) ve çekirdek (DAPI, mavi) boyamalarını gösteren immünfloresan görüntüleri. (Kontrol, 5/6Nfx ve Tek Taraf grupları). İmmünfloresan görüntülerinden Fiji yazılımı kullanılarak hesaplanan sitoplazmik GRP78-CTCF (Corrected Total Cell Fluorescence - Düzeltilmiş Toplam Hücre Floresansı) değerlerinin kantitatif grafiği. Veriler, her grup için yedi farklı alandan elde edilen ortalama değer ± standart hata olarak sunulmuştur. * * * * * $p<0,05$ vs. Kontrol $p<0,05$ 5/6Nfx vs. Tek Taraf (Juvenil). (3H-30G: 3 haftalık ratlar, postoperatif 30. gün; 8H-30G: 8 haftalık ratlar, postoperatif 30. gün).

İKSAD ENSTİTÜSÜ
Çankaya – Ankara
06-146-071

Konu : Kongre Düzenlenmesi
Sayı : BSE-2

10 Ocak 2026

İLGİLİ KURUMA

İçişileri Bakanlığı tarafından tahsis edilen 06-146-071 tescil kodu ile Tüzel Kişiliğe sahip olan İKSAD Enstitüsü 5253 sayılı kanuna uygun olarak "Bilimsel araştırmalar ve akademik çalışmalar" alanında ulusal ve uluslararası düzeyde faaliyetlerini yürütmektedir.

Kurumumuzun Yönetim Kurulu 3 Ocak 2024 tarihinde saat 10.30'da "Bilimsel Diplomasi Projesi" görüşmeleri ile "Bilimsel Kongreler Düzenlenmesi" gündemleri ile toplanmış ve alınan (2 numaralı) karara istinaden aşağıda detayları yazılı olan bilimsel etkinliğin düzenlenmesine ve etkinliğe ilişkin resmi görevlendirme konusunda karar vermiştir.

Bilgi ve gereğini rica ederim

Dr. Mustafa Latif EMEK
İKSAD Başkanı

Etkinlik Adı: GEVHER NESİBE 17. ULUSLARARASI SAĞLIK BİLİMLERİ KONGRESİ
Etkinlik Tarihi ve Yeri: 11-12-13 Eylül 2026 / ANKARA

DÜZENLEME KURULU
Dr. Esra Bilici - Uşak Üniversitesi
Prof. Dr. Gülhan Bora - Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Tünay Karan - Bozok üniversitesi
Prof. Dr. Yücel Kadıoğlu - Atatürk Üniversitesi
Prof. Dr. Zeki Erişir - Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Pınar Ayvazoğlu - Kırıkkkale Üniversitesi
Doç. Dr. Duygu Udum - Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Erten Akbel - Uşak Üniversitesi
Doç. Dr. Senem Akkoç - Süleyman Demirel Üniversitesi

Etkinlik linki: **www.gevhernesibe.org**