

ULUSLARARASI

III. SAĞLIK BİLİMLERİ ÖĞRENCİ KONGRESİ

**III. Uluslararası Sağlık Bilimleri Öğrenci Kongresi
(SAGOK 2024)**

İzmir Bakırçay Üniversitesi

İzmir Demokrasi Üniversitesi

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Bildiri Kitabı

21-22 Kasım 2024

III. International Health Sciences Student Congress

İzmir Bakırçay University

İzmir Demokrasi University

İzmir Katip Çelebi University

Proceedings Book

21-22 November 2024

III. Uluslararası Sağlık Bilimleri Öğrenci Kongresi (SAGOK 2024)

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Özge TÜZÜN ÖZMEN

Prof. Dr. Fatma ÇELİK KAYAPINAR

Prof. Dr. Hatice YILDIRIM SARI

ISBN: 978-605-69730-5-5

“III. Uluslararası Sağlık Bilimleri Öğrenci Kongresi” isimli kitabın tüm yayın hakları Bakırçay Üniversitesi Lisansüstü Enstitüsü’ne ait olup her hakkı saklıdır. Bu yayının hiçbir kısmı, editörün önceden yazılı izni olmaksızın çoğaltılamaz, bir geri çağrı sisteminde saklanamaz veya herhangi bir biçimde elektronik veya mekanik, kopyalama, kayıt veya başka yollarla iletilemez.

All publishing rights of the book titled “III. International Health Sciences Student Congress” belong to Bakırçay University Graduate Institute, and all rights are reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or other methods, without the prior written permission of the editor.

Onursal Başkan(lar):

Prof. Dr. Mustafa BERKTAŞ

Prof. Dr. Bedriye TUNÇSİPER

Prof. Dr. Saffet KÖSE

Kongre Başkan(ları):

Prof. Dr. Özge TÜZÜN ÖZMEN

Prof. Dr. Fatma ÇELİK KAYAPINAR

Prof. Dr. Hatice YILDIRIM SARI

Düzenleme Kurulu:

Doç. Dr. Tarkan AKDERYA

Prof. Dr. Ayşe Gülden DİNİZ ÜNLÜ

Doç. Dr. Atilla Hikmet ÇİLENGİR

Doç. Dr. Songül DURAN

Dr. Öğr. Üyesi Osman Hasan Tahsin KILIÇ

Bilim Kurulu:

Prof. Dr. Abdulkadir HIZIROĞLU

Prof. Dr. Adil ALPKOÇAK

Prof. Dr. Adile Ferda DAĞLI

Prof. Dr. Ahmet Emin ERBAYCU

Prof. Dr. Alparslan DEVRİM

Prof. Dr. Ayşe Gülden DİNİZ ÜNLÜ

Prof. Dr. Bedile İrem TİFTİKÇİOĞLU

Prof. Dr. Bülent TOĞRAM

Prof. Dr. Cem GÖK

Prof. Dr. Cem TUĞMEN

Prof. Dr. Ceylan AYADA

Prof. Dr. Deniz ÖZTEKİN

Prof. Dr. Derya ÖZER KAYA

Prof. Dr. Ebru TURHAN

Prof. Dr. Elif ÜNSAL AVDAL

Prof. Dr. Esra AKIN

Prof. Dr. Ferhan ELMALI

Prof. Dr. Görkem YAMAN

Prof. Dr. Gülşah KANER TOHTAK

Prof. Dr. Güneş ŞENOL

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

Prof. Dr. Hayriye GÖNÜLLÜ

Prof. Dr. İbrahim PİRİM

Prof. Dr. İlker GÜL

Prof. Dr. Mehmet Hicri KÖSEOĞLU

Prof. Dr. Mehmet Kemal GÜLLÜ

Prof. Dr. Melek ARDAHAN

Prof. Dr. Murat AKYOL

Prof. Dr. Nazan Kılıç AKÇA

Prof. Dr. Nimet ŞENOĞLU

Prof. Dr. Orhan ER

Prof. Dr. Özgür OLUKMAN

Prof. Dr. Sevgi Sevi YEŞİLYAPRAK

Prof. Dr. Şahin BOZOK

Prof. Dr. Selen AKYOL BAHÇECİ

Prof. Dr. Serkan GÜNEYLİ

Prof. Dr. Sermet İNAL

Prof. Dr. Sinem Ezgi TURUNÇ ÖZOĞLU

Prof. Dr. Süleyman DÜNDAR

Prof. Dr. Soner GÜRSOY

Prof. Dr. Tijen TEMİZ

Prof. Dr. Togay MÜDERRİS

Prof. Dr. Türker ÇAVUŞOĞLU

Prof. Dr. Umut VAROL

Prof. Dr. Zeynep ŞENYİĞİT

Doç. Dr. Başak BÜYÜK

Doç. Dr. Başak YAVUZ

Doç. Dr. Betül AKTAŞ

Doç. Dr. Dilek ONGAN

Doç. Dr. Filiz Meryem SERTPOYRAZ

Doç. Dr. Güçlü ÖZEN

Doç. Dr. Gülcihan ARKAN

Doç. Dr. Gülşah BARĞI

Doç. Dr. Hale TURHAN DAMAR

Doç. Dr. İsmail ÖZTÜRK

Doç. Dr. Kemal Uğur TÜFEKÇİ

Doç. Dr. Leman İNANÇ

Doç. Dr. Melike TEKİNDAL

Doç. Dr. Mustafa Ozan HORSANALI

Doç. Dr. Nuray EGELİOĞLU CETİŞLİ

Doç. Dr. Nurgül ÖZDEMİR

Doç. Dr. Onur Mutlu YAŞAR

Doç. Dr. Özlem ÇINAR ÖZDEMİR

Doç. Dr. Özlem TEKİR

Doç. Dr. Pınar AYYAT

Doç. Dr. Reşat DUMAN

Doç. Dr. Reyhan YİŞ

Doç. Dr. Ümit KOCAMAN

Doç. Dr. Zeynep SOFUOĞLU

Doç. Dr. Zülal ÖNER

Dr. Öğr. Üyesi Aysel BAŞER

Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Cemal BİLİR
Dr. Öğr. Üyesi Egemen MANCI
Dr. Öğr. Üyesi Enis HİDİŞOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Göksun BAŞARANLAR
Dr. Öğr. Üyesi Gülay OYUR ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Gülbin KONAKÇI
Dr. Öğr. Üyesi Gülşah KARAKAYA
Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Dilek AKDOĞAN

Dr. Öğr. Üyesi Levent ELMAS
Dr. Öğr. Üyesi Melda BÜYÜKÖZ
Dr. Öğr. Üyesi Osman Hasan Tahsin KILIÇ
Dr. Öğr. Üyesi Pınar ÇAVDAR
Dr. Öğr. Üyesi Yağmur ÇAM
Dr. Öğr. Üyesi Yasemin ÇAKIR
GÖKKURT
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz TULUY
Dr. Öğr. Üyesi Zehra BATU

Uluslararası Bilim Kurulu

Prof. Dr. Kaukab AZEEM
Prof. Dr. Marek SMOLUK
Prof. Dr. Mary-Louise VANDERLEE
Doç. Dr. Bojan JORGIC
Doç. Dr. Selçuk GÜVEN
Dr. Marzia CARRADA

Organizasyon Komitesi

Prof. Dr. Abdulkadir HIZIROĞLU
Prof. Dr. Alparslan DEVRİM
Prof. Dr. Görkem YAMAN
Prof. Dr. Ahmet Emin ERBAYCU
Prof. Dr. Bülent TOĞRAM
Prof. Dr. Mehmet Kemal GÜLLÜ
Prof. Dr. Cem GÖK
Prof. Dr. Orhan ER

Doç. Dr. Kadirhan ÖZDEMİR
Prof. Dr. Kadri ÖZDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Levent ELMAS
Doç. Dr. Zülal ÖNER
Doç. Dr. Tarık SEMİZ
Doç. Dr. Ümit Hüseyin KAYNAR
Doç. Dr. İlknur BEKTAŞ
Doç. Dr. Özgür Haşim KILIÇ

Doç. Dr. Gülnur ÖNSAL

Doç. Dr. Onur UĞURLU

Sekreteryaya:

Arş. Gör. Ayşe Sezgi KIZILIRMAK

Arş. Gör. Betül YÜRDEM

Arş. Gör. Burak TAŞ

Arş. Gör. Cemre
GÖRÜNMEZOĞLU

Arş. Gör. Cahit Canberk ANDAÇ

Arş. Gör. Gülseren YÜREKLİ

Arş. Gör. Gülşah SUNAL

Arş. Gör. Dr. Halide TEMELCİ

Arş. Gör. Hilal BAHÇECİOĞLU

Arş. Gör. İlksen SARI

Arş. Gör. Melike TAŞ

Arş. Gör. Mustafa Furkan AKSU

Arş. Gör. Müge COŞGUN

Arş. Gör. Yeşim AYGÜL

İÇİNDEKİLER

VAGUS SİNİR STİMÜLASYONU: İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SIRASINDA KARDİYORESPIRATUAR PARAMETRELER NASIL ETKİLENİYOR?

Cansu ÖZDEMİR^{1,*}, Cahidenur KOÇAK¹ Alper PERÇİN¹, Havva Ezgi ALBAYRAK².....1

SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİNİN KİŞİSELLEŞTİRİLMESİ: VÜCUT POZİSYONUNUN ETKİSİ VE OPTİMAL YAKLAŞIMLAR

Cahidenur KOÇAK^{1,*}, Cansu ÖZDEMİR¹ Havva Ezgi ALBAYRAK¹, Alper PERÇİN¹7

SULU ÇÖZELTİDE BULUNAN ANTİBİYOTİĞİ TESPİT EDEN BİYOSENSÖR UYGULAMASI VE ELEKTRİKSEL KARAKTERİZASYONU

Burak TAŞ^{1,*}, Özge TÜZÜN ÖZMEN¹ 15

DÜŞÜK DOZLU LAZER TERAPİSİNİN KULLANIM ALANLARI

Haşim Özgür TABAKOĞLU¹, Nurgül GÜLEÇ^{1,*}, Orçun Kerem ZABUN¹..... 18

PEDİATRİ HEMŞİRELİĞİNDE TERM VE PRETERM YENİDOĞANLARDA GELİŞİMSEL BAKIMDA BESLEYİCİ OLMAYAN EMME KULLANIMININ YÖKTEZ VERİ TABANINDA İNCELENMESİ

İrem Su KAYMAK^{*1}, Beste ÖZGÜVEN ÖZTORNACI¹23

BİR DİLEMMA: YAPAY ZEKÂNIN GÜCÜ & AGEISM

Kamer Gül SÜRÜCÜ^{1,*}, Songül DURAN²35

DİJİTAL HASTANE SİSTEMLERİNİN SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MEMNUNİYETİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlayda İNCE^{1,*}, Tarık SEMİZ².....41

SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE PANDEMİ SÜRECİ

Perver AĞIRMAN^{1,*}, Tarık SEMİZ²50

GELENEKSEL VE TAMAMLAYICI TİPA GÜNCEL BAKIŞ: ETKİNLİK, GÜVENLİK VE GELECEK

Mehtap TUYKUN¹, Tarık SEMİZ²54

YÜZME HAVUZ SULARININ SAĞLIK AÇISINDAN DENETLENMESİ

Adile DENİZ DİNÇSOY¹, Tarık SEMİZ²59

KOVID-19 PANDEMİSİ SONRASINDA TÜRKİYE'DE BİYOSENSÖR TEKNOLOJİSİNİN GELİŞİMİ VE DÜNYADAKİ ÇALIŞMALARA GÖRE KONUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Can TÜFEKÇİ^{1,*}, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²66

PIEZOELEKTRİK MALZEMELER VE SAĞLIK ALANINDAKİ KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Aleyna AVCI^{1,*}, Elif Özge ŞİMŞEK¹, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²70

**PIEZOELEKTRİK MALZEMELERDEN ÜRETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİNİN
MİKRO-MEKANİK SİSTEMLERDE KULLANIMININ İNCELENMESİ**

Elif Özge ŞİMŞEK^{1,*}, Aleyna AVCI¹, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN² 74



BAKIRÇAY

ÜNİVERSİTESİ

VAGUS SINİR STİMÜLASYONU: İSTİRAHAT VE EGZERSİZ SIRASINDA KARDİYORESPIRATUAR PARAMETRELER NASIL ETKİLENİYOR?

Cansu ÖZDEMİR^{1,*}, Cahidenur KOÇAK¹ Alper PERÇİN¹, Havva Ezgi ALBAYRAK²

¹ Avrasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye,

cansu.ozdemir@avrasya.edu.tr

cahidenur.kocak@avrasya.edu.tr

alper.percin@avrasya.edu.tr

² Avrasya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Trabzon, Türkiye,

ezgi.albayrak@avrasya.edu.tr

*Başlıca yazar: cansu.ozdemir@avrasya.edu.tr

ÖZET

Vagus sinir stimülasyonu (VSS); epilepsi ve majör depresyon tedavisinde etkili bir yöntem olarak kullanılırken, sağ vagus siniri üzerinden yapılan stimülasyonun kalp yetmezliği tedavisinde denendiği bilinmektedir. Literatürde bu yöntemin kardiyak fonksiyonlar üzerindeki etkilerini araştıran birkaç çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda olumlu etkiler bildirilse de, hastaların %66'sı öksürük ve dispne gibi yan etkiler yaşamıştır. Bu sebeple VSS'nin etkileri tam olarak anlaşılamamıştır. Bu derlemenin amacı, VSS'nin egzersiz sırasında kardiyorespiratuar parametreler üzerindeki etkilerini inceleyerek güncel bilgileri derlemek ve literatüre katkıda bulunmaktır. Eylül 2024 - Ekim 2024 tarihleri arasında "vagus sinir uyarısı, egzersiz, solunum fonksiyon testleri, kalp hızı, oksijen tüketimi" anahtar kelimeleri kullanılarak PubMed, Scopus ve Google Akademik üzerinden elektronik veri tabanları tarandı. 2018-2024 yılları arasında yapılan 10 çalışmaya ulaşıldı, hayvan deneyleri dışlanarak toplamda 4 çalışma derlemeye dahil edildi. Yapılan çalışmalarda, VSS uygulamalarının egzersiz sırasında önemli etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Özellikle, VSS'nin istirahat kalp hızını azalttığı ve kardiyak vagal tonusu arttırdığı tespit edilmiştir. Bu durum, kalp sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturarak kardiyovasküler sistemin düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, VSS uygulanan kalp yetmezliği ve tip 2 diyabet hastalarında egzersiz eğitiminin kalp hızı değişkenliğini arttırdığı belirlenmiştir. Bu bulgular, egzersizin otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerini ve kardiyovasküler dayanıklılığı artırma potansiyelini vurgulamaktadır. Solunum fonksiyonları açısından incelendiğinde, VSS'nin tidal volümde bir azalmaya yol açtığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, VSS'nin solunum frekansını ve derinliğini artırarak oksijen alımını maksimize eden mekanizmaları harekete geçirdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak egzersiz sırasında VSS uygulamaları, kardiyovasküler sağlık ve solunum fonksiyonlarını iyileştirme potansiyeline sahip önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, VSS'nin etkileri üzerine yapılan araştırmalarda, yan etki gösteren ve göstermeyen hastalar arasında net bir ayırım yapılamadığı da göz önüne alınmalıdır. Bu durum, VSS uygulamalarının bireyler üzerindeki değişken etkilerini daha iyi anlamak için daha fazla araştırma gerektirdiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Vagus sinir uyarısı, egzersiz, solunum fonksiyon testleri, kalp hızı, oksijen tüketimi

VAGUS NERVE STIMULATION: HOW ARE CARDIORESPIRATORY PARAMETERS AFFECTED DURING EXERCISE?

ABSTRACT

Vagus nerve stimulation (VNS) is used as an effective method in the treatment of epilepsy and major depression, while stimulation via the right vagus nerve has also been trialed for heart failure treatment. Although a few studies have investigated the effects of this method on cardiac functions, with some reporting positive effects, 66% of patients experienced side effects such as cough and dyspnea. Therefore, the effects of VNS have not been fully understood. The aim of this review is to compile current information and contribute to the literature by examining the effects of VNS on cardiorespiratory parameters during exercise. Electronic

databases were searched via PubMed, Scopus and Google Scholar using the keywords "vagus nerve stimulation, exercise, respiratory function tests, heart rate, oxygen consumption" between September 2024 and October 2024. A total of 10 studies conducted between 2018 and 2024 were identified. After excluding animal studies, 4 studies were included in the review. Studies have shown that VNS applications have significant effects during exercise. In particular, VNS has been found to reduce resting heart rate and increase cardiac vagal tone. This positively impacts heart health and helps regulate the cardiovascular system. Additionally, exercise training combined with VNS has been observed to improve heart rate variability in patients with heart failure and type 2 diabetes. These findings emphasize the effects of exercise on the autonomic nervous system and its potential to enhance cardiovascular endurance. In terms of respiratory functions, VNS has been observed to reduce tidal volume. Furthermore, it has been reported that VNS activates mechanisms that increase respiratory rate and depth, thereby maximizing oxygen uptake. In conclusion, VNS applications during exercise are considered an important strategy with the potential to improve cardiovascular health and respiratory functions. Based on the findings, it should also be noted that studies on the effects of VNS have not clearly differentiated between patients who experience side effects and those who do not. This indicates a need for further research to better understand the variable effects of VNS on individuals.

Keywords: Vagus nerve stimulation, exercise, respiratory function tests, heart rate, oxygen consumption

GİRİŞ

Vagus siniri, 10. kranial sinir olarak, vücut ve beyin arasındaki çift yönlü iletişimi sağlayan, otonom sinir sisteminin en önemli bileşenlerinden biridir (Rosas-Ballina vd., 2011). Bu sinir, iç organların ve damarların düz kas hücrelerini; akciğer, kalp, gastrointestinal sistem, pankreas ve karaciğer gibi organların endokrin ve ekzokrin hücrelerini innerve eden efferent lifler içerir. Bu özelliğiyle solunum, kalp hızı, kan basıncı ve bağırsak hareketliliği gibi otonom fizyolojinin hayati işlevlerini düzenler. Vagus siniri, medulla oblongatadan çıkar ve juguler foramenin orta bölmesinden kafatasını terk eder (Capilupi vd., 2020). Boyun bölgesinde yutma ve seslendirme fonksiyonlarını desteklerken, bağırsaklarda düz kasların kasılmasını ve bezlerin salgı fonksiyonlarını düzenler. Preganglionik vagal lifler, bağırsakların kas ve mukoza fonksiyonlarını kontrol etmek için medulladaki dorsal motor çekirdekten çıkarak ilgili bölgelere inerve olur. Bu şekilde, vagus siniri, organ fonksiyonlarının düzenlenmesi ve homeostazın korunmasında önemli bir rol üstlenir. (Breit vd., 2018). Parasempatik sinir sistemi aracılığıyla vagus siniri, kalp üzerinde derin bir etki gösterir. Parasempatik ve sempatik sinir sistemleri birlikte kalp hızı, ritmi, kasılma gücü ve kan basıncı gibi kardiyovasküler fonksiyonların hassas bir şekilde düzenlenmesini sağlar (Rajendran vd., 2024). Vagus siniri, kalp ve beyin arasındaki önemli bir iletişim kanalıdır. Atriyal ve ventriküler hacim/basınç, kardiyak kontraktilite, kan basıncı gibi parametreleri algılayan özel duyuşal uçlar oluşturur ve iskemik ya da inflamatuvar durumlar gibi patolojik olayları tespit eder. Vagal afferentlerin aktivasyonu, kardiyovasküler homeostazı korumak amacıyla fizyolojik refleksleri tetikler. İnsanlarda ve diğer türlerde vagal afferentler tarafından aracılık edilen baroreseptör ve kemoreseptör refleksler gibi çeşitli kardiyovasküler refleksler tanımlanmıştır (Hainsworth, 1991). Örneğin, aorttaki baroreseptör ve kemoreseptör vagal nöronları, kan basıncı değişikliklerini ve oksijen/karbondioksit seviyelerini algılar. Bu algılamalar, kalp hızı, kan basıncı ve solunum düzeninin kontrol edilmesini sağlar ve karotis arterdeki benzer reseptörlerle iş birliği içinde çalışır (Prescott ve Liberles, 2022).

Vagus Sinir Stimülasyonu

Vagus sinir stimülasyonu (VSS), 10. kranial sinirin nöromodülasyonunu hedefleyen ve sol vagus sinirine yerleştirilen bir elektrot manşeti ile bir nabız jeneratörü arasındaki bağlantı yoluyla uygulanan bir tedavi yöntemidir (George vd., 2000). Tarihsel olarak kökenleri 19. yüzyılın sonunda nörolog James Leonard Corning'in epilepsi tedavisi için geliştirdiği "Corning Fork" adlı cihazın elektriksel uyarım deneylerine dayanmaktadır (Lanska, 2002). Corning'in çalışmaları, nöbetlerin anormal beyin kan akışından kaynaklandığı düşüncesiyle şekillenmiş ve cihaz başlangıçta bilateral karotis kompresyonu sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Her ne kadar bu girişim başarısız olmuşsa da cihazın modifiye edilmiş versiyonu, karotise elektriksel uyarım sağlayarak epilepsi tedavisine yeni bir yöntem sunmuştur. Bu yaklaşım, modern VSS prosedürünün temelini oluşturmuştur. İlk başarılı deneysel VSS uygulaması, 1952'de strikinin kaynaklı nöbetlere sahip kedilerde antiepileptik etki gösterdiğinde gerçekleşmiştir (Yuan ve Silberstein, 2016). Son on yılda VSS, bilimsel bir rönesans yaşamış ve epilepsi başta olmak üzere çeşitli nörolojik rahatsızlıkların

tedavisinde yaygın bir uygulama alanı bulmuştur (Badran vd., 2019). Günümüzde, doğrudan invaziv VSS ve transkutanöz VSS olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanabilmektedir.

Transkutanöz VSS

Transkutanöz VSS, cerrahi bir müdahale gerektirmeden vagus sinirinin non-invaziv şekilde uyarılmasını sağlayan bir tedavi yöntemidir. Bu işlem genellikle kulak klipsleri aracılığıyla kulak konkasına bağlanan bir uyarıcı ile gerçekleştirilir. Elektriksel uyarılar, vagus sinirinin afferent auriküler dalının deri altı seyrine iletilir ve böylece tedavi etkisini gösterir (Hilz, 2022). Transkutanöz VSS'nin kullanımı ise ilk olarak 2000 yılında epilepsi hastalarında önerilmiştir (Ventureyra, 2000). 2010'da NEMOS transkutanöz VSS cihazı (Cerbomed GmbH, Almanya), epilepsi ve depresyon tedavisi için, 2012'de ise ağrı tedavisi için onaylanmıştır. Bu onaylar, klinik öncesi çalışmalara ve sol servikal VSS ile yapılan insan çalışmalarına dayanır. Transkutanöz VSS, TENS cihazlarıyla da uygulanabilir ve hastalar, cihaz özelliklerine bağlı olarak tek ya da çift taraflı tedavi edebilir. Ancak, transkutanöz VSS için standart bir protokol henüz belirlenmemiştir. Klinik veriler, transkutanöz VSS'nin güvenli ve iyi tolere edilen bir yöntem olduğunu göstermektedir (Busch vd., 2013; He vd., 2013; Hein vd., 2013; Lehtimäki vd., 2013).

Literatürde, VSS'nin egzersiz sırasında uygulanmasına dair net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Yapılan bazı çalışmalar, VSS'nin egzersiz sırasında kardiyorespiratuar parametreler üzerindeki potansiyel faydalarını araştırmış, ancak bu konuda tutarlı ve kesin sonuçlar elde edilememiştir. Ayrıca, VSS'nin egzersiz performansı, kardiyak fonksiyonlar ve solunum üzerine olan etkileri hâlâ tartışma konusudur. Bu belirsizlikler, VSS'nin egzersizle birlikte kullanılmasının potansiyel yararlarını tam olarak değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. Bu derlemenin amacı, VSS'nin egzersiz esnasındaki kardiyorespiratuar etkilerini daha iyi anlamak ve bu konuda mevcut literatürü derleyerek, konunun daha derinlemesine incelenmesine katkıda bulunmaktır.

ARAÇ VE YÖNTEM

Eylül 2024 - Ekim 2024 tarihleri arasında, "vagus sinir uyarısı, egzersiz, solunum fonksiyon testleri, kalp hızı, oksijen tüketimi" anahtar kelimeleri kullanılarak PubMed, Scopus ve Google Akademik veri tabanlarında elektronik bir tarama gerçekleştirilmiştir. 2018-2024 yılları arasında yayınlanmış toplam 10 çalışma tespit edilmiş, hayvan modelleriyle yapılan araştırmalar dışlanarak 4 çalışma analize dahil edilmiştir.

BULGULAR

2015 yılında Mulders ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 10 hasta üzerinde yapılan deneysel bir araştırma ile VSS uygulamasının solunum ve kardiyovasküler parametreler üzerindeki etkileri incelenmiştir (Mulders vd., 2015). Katılımcılardan 5'i, VSS uygulaması sırasında dispne yaşarken, her bir hasta 20 dakikalık bir ergometre testi ve ardından 20 dakika süreyle dinlenme süresi içeren bir protokole tabi tutulmuştur. Araştırmada, her hasta en az üç kez VSS almış ve sonuçlar gözlemlenmiştir. Çalışmanın bulguları, VSS'nin solunum üzerinde önemli etkiler yarattığını ortaya koymuştur. VSS uygulamasının ardından, solunum frekansında bir artış gözlemlenirken, tidal volüm ve kalp atım hızında azalmalar meydana gelmiştir. Bu değişiklikler, VSS'nin solunum ve kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerini ve bu parametrelerin düzenlenmesindeki rolünü vurgulamaktadır. Çalışma, VSS'nin kardiyorespiratuar parametreler üzerinde olumlu etkiler yarattığını ve bu mekanizmanın daha fazla araştırılmaya değer olduğunu göstermektedir. 2022 yılında Ünal ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, toplam 60 hasta üzerinde VSS ve egzersizlerin kardiyopulmoner parametreler üzerindeki etkileri incelenmiştir (Ünal vd., 2022). Çalışma kapsamında, hastalara 5 gün boyunca iskemik kompresyon ve germe egzersizleri uygulanmış, ayrıca 10 seans boyunca her biri 30 dakika süren kulaktan VSS uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, kardiyopulmoner parametrelerde önemli iyileşmeler olduğunu ortaya koymuştur. VSS ve egzersiz kombinasyonunun, hastaların kardiyorespiratuar fonksiyonlarını iyileştirdiği ve özellikle kan akış hızında artış sağladığı gözlemlenmiştir. Shanks ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada ise 22 katılımcı üzerinde koşu bandı egzersizleri sırasında VSS uygulamaları incelenmiştir (Shanks vd., 2023). Çalışmanın sonuçları, egzersiz sırasında doğrudan kaydedilen kardiyak vagal sinir aktivitesinin arttığını ve bu artışın, koroner arter kan akışında iyileşmelere yol açtığını göstermektedir. VSS'nin egzersizle kombinasyonunun, kardiyovasküler sistem üzerindeki olumlu etkilerini desteklediği ve özellikle koroner arterlerdeki kan akışını artırarak kalp sağlığını iyileştirdiği bulunmuştur. Genç ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, 18-45 yaş arası post-COVID-

19 hastaları üzerinde VSS ile yapılan tedavinin kardiyak vagal kontrol üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Genç vd., 2024). Çalışmada, VSS grubu (n=22) ve plasebo grubu (n=22) olmak üzere iki grup belirlenmiştir. VSS grubu, aerobik egzersiz (30 dakika) ve 25 dakika süreyle, 10 Hz frekansta, sağ ve sol kulaktan uygulanan VSS tedavisi almıştır. Çalışma sonuçları, VSS'nin kardiyak vagal kontrolü iyileştirdiğini ve bu müdahalenin kardiyovasküler fonksiyonlar üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, post-COVID-19 hastalarında kardiyovasküler sağlık için VSS'nin potansiyel bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir.

TARTIŞMA

Yapılan literatür taraması sonrası, VSS uygulamasının kardiyorespiratuar parametreler üzerinde olumlu etkiler sağladığı sonucuna varılmaktadır. Çeşitli çalışmalar, VSS'nin solunum frekansını artırma, tidal volümü iyileştirme, kalp atım hızını düşürme, kan akış hızını artırma gibi faydalı etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, VSS'nin egzersizle kombinlendiğinde kardiyak vagal kontrolü iyileştirdiği ve kardiyorespiratuar sağlık üzerinde genel bir fayda sağladığı görülmüştür. Ancak, bu tedavi yönteminin etkileri kişiden kişiye değişebileceği için, daha fazla klinik çalışma ve standart protokoller geliştirilmesi gerekmektedir.

VSS tedavisi, birçok kardiyovasküler durumda önemli klinik iyileşmeler sağlasa da bazı çalışmalarda bu tedaviye bağlı olumsuz etkiler de rapor edilmiştir. VSS'nin en ciddi yan etkilerinden biri, kalbin elektriksel aktivitesinin tamamen durmasına yol açabilen, yaşamı tehdit eden bir durum olan asistole neden olabilen bradikardidir. Bu durum, genellikle intraoperatif dönemde gözlemlense de epilepsi tedavisi için uzun süreli VSS uygulanan hastalarda da asistol gelişimi bildiren vaka raporları bulunmaktadır. Örneğin, bir vaka raporunda, VSS cihazının implantasyonundan yaklaşık sekiz yıl sonra günlük nöbetlerinde artış görülen 55 yaşında bir hasta ele alınmıştır. Bu hastada, 24 saatlik kardiyak monitörleme sırasında tekrarlayan ventriküler durmalar ve tam kalp bloğu atakları tespit edilmiştir. Bu tür vakalar, VSS tedavisi gören epilepsi hastalarında daha yoğun bir kardiyak izlemin gerekliliğine işaret etmektedir (Shankar vd., 2013). Benzer şekilde, 2014 yılında bildirilen bir başka vaka raporunda, VSS tedavisi sırasında geç gelişen bradikardi ve asistol nedeniyle sorun yaşayan bir hasta yer almıştır. Bu hasta, implantasyondan yaklaşık bir yıl sonra tekrarlayan bayılma, baş dönmesi, nefes darlığı ve kısa süreli bilinç kaybı yaşamış; yapılan incelemede sinüs bradikardisi ve dakikada 30 atım gibi düşük bir kalp hızı tespit edilmiştir. Cihaz devre dışı bırakıldığında semptomların hızla düzeldiği bildirilmiştir (Pascual, 2015). Bu durumlar, VSS'nin bu semptomlara yol açabileceği olasılığını düşündürmekle birlikte, kesin neden henüz belirlenmemiştir. İnvaziv VSS'nin cerrahi implantasyonuna bağlı enfeksiyon riski de bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalarda, ameliyat sonrası enfeksiyon oranlarının %3 ila %6 arasında değiştiği bildirilmiş ve bazı vakalarda enfeksiyonun cihazın çıkarılmasını gerektirdiği belirtilmiştir (Révész vd., 2016). Yüksek cerrahi kesilere bağlı olarak yüzün alt kısmında güçsüzlük de gözlenmiştir, ancak bunun kesin nedeni belirsizdir. Ölümler ve VSS arasında olası bir bağlantıdan söz edilse de Ben-Menachem (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, VSS tedavisi gören epilepsi hastalarında ani ve beklenmedik ölüm oranlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ben-Menachem, 2001).

SONUÇ

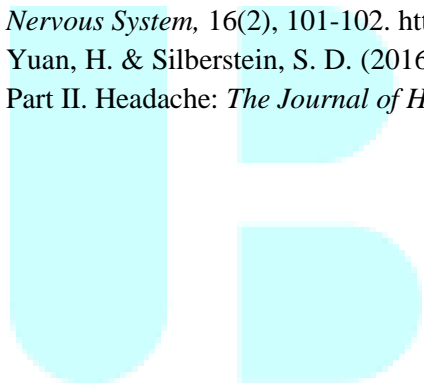
Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, egzersiz sırasında uygulanan VSS'nin etkilerine ilişkin yapılan araştırmalar genellikle olumlu bulgular sunsa da, yan etki gösteren ve göstermeyen hastalar arasında net bir ayrım yapılamadığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durum, VSS uygulamalarının her bireyde farklı sonuçlar doğurabileceğini ve tedaviye yanıtın kişisel faktörler veya sağlık durumlarına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, VSS'nin etkinliği ve güvenliğini daha iyi anlayabilmek için bireysel farklılıkları göz önünde bulunduran, daha geniş ölçekli ve kontrollü çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Böylece, VSS'nin daha verimli kullanımı ve olası yan etkilerinin daha iyi yönetilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Badran, B. W., Yu, A. B., Adair, D., Mappin, G., DeVries, W. H., Jenkins, D. D., George, M. S. & Bikson, M. (2019). Laboratory Administration of Transcutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation (taVNS):

- Technique, Targeting, and Considerations. *Journal of Visualized Experiments*, 143. <https://doi.org/10.3791/58984>
- Ben-Menachem, E. (2001). Vagus Nerve Stimulation, Side Effects, and Long-Term Safety. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 18(5), 415-418. <https://doi.org/10.1097/00004691-200109000-00005>
- Breit, S., Kupferberg, A., Rogler, G. & Hasler, G. (2018). Vagus Nerve as Modulator of the Brain–Gut Axis in Psychiatric and Inflammatory Disorders. *Frontiers in Psychiatry*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00044>
- Busch, V., Zeman, F., Heckel, A., Menne, F., Ellrich, J. & Eichhammer, P. (2013). The effect of transcutaneous vagus nerve stimulation on pain perception – An experimental study. *Brain Stimulation*, 6(2), 202-209. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2012.04.006>
- Capilupi, M. J., Kerath, S. M. & Becker, L. B. (2020). Vagus Nerve Stimulation and the Cardiovascular System. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 10(2), <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a034173>
- Genç, H., Tahmaz, T. & Demircioğlu, G. (2024). The impact of non-invasive vagus nerve stimulation on recovery following aerobic exercise in individuals with post-COVID syndrome: A randomized controlled clinical trial. *Eurasian Journal of Pulmonology*. <https://doi.org/10.14744/EJP.2024.1204>
- George, M. S., Nahas, Z., Bohning, D. E., Lomarev, M., Denslow, S., Osenbach, R. & Ballenger, J. C. (2000). Vagus Nerve Stimulation: A New Form of Therapeutic Brain Stimulation. *CNS Spectrums*, 5(11), 43-52. <https://doi.org/10.1017/S109285290002191X>
- Hainsworth, R. (1991). Reflexes from the heart. *Physiological Reviews*, 71(3), 617-658. <https://doi.org/10.1152/physrev.1991.71.3.617>
- He, W., Jing, X., Wang, X., Rong, P., Li, L., Shi, H., Shang, H., Wang, Y., Zhang, J. & Zhu, B. (2013). Transcutaneous auricular vagus nerve stimulation as a complementary therapy for pediatric epilepsy: A pilot trial. *Epilepsy & Behavior*, 28(3), 343-346. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2013.02.001>
- Hein, E., Nowak, M., Kiess, O., Biermann, T., Bayerlein, K., Kornhuber, J. & Kraus, T. (2013). Auricular transcutaneous electrical nerve stimulation in depressed patients: a randomized controlled pilot study. *Journal of Neural Transmission*, 120(5), 821-827. <https://doi.org/10.1007/s00702-012-0908-6>
- Hilz, M. J. (2022). Transcutaneous vagus nerve stimulation - A brief introduction and overview. *Autonomic Neuroscience*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2022.103038>
- Lanska, D. J. (2002). J.L. Corning and vagal nerve stimulation for seizures in the 1880s. *Neurology*, 58(3), 452-459. <https://doi.org/10.1212/wnl.58.3.452>
- Lehtimäki, J., Hyvärinen, P., Ylikoski, M., Bergholm, M., Mäkelä, J. P., Aarnisalo, A., Pirvola, U., Mäkitie, A. & Ylikoski, J. (2013). Transcutaneous vagus nerve stimulation in tinnitus: a pilot study. *Acta Oto-Laryngologica*, 133(4), 378-382. <https://doi.org/10.3109/00016489.2012.750736>
- Mulders, D. M., de Vos, C. C., Vosman, I. & van Putten, M. J. A. M. (2015). The effect of vagus nerve stimulation on cardiorespiratory parameters during rest and exercise. *Seizure*, 33, 24-28. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2015.10.004>
- Pascual, F. T. (2015). Vagus nerve stimulation and late-onset bradycardia and asystole: Case report. *Seizure*, 26, 5-6. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2015.01.006>
- Prescott, S. L. & Liberles, S. D. (2022). Internal senses of the vagus nerve. *Neuron*, 110(4), 579-599. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.12.020>
- Rajendran, P. S., Hadaya, J., Khalsa, S. S., Yu, C., Chang, R. & Shivkumar, K. (2024). The vagus nerve in cardiovascular physiology and pathophysiology: From evolutionary insights to clinical medicine. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 156, 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2023.01.001>
- Révész, D., Rydenhag, B. & Ben-Menachem, E. (2016). Complications and safety of vagus nerve stimulation: 25 years of experience at a single center. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 18(1), 97-104. <https://doi.org/10.3171/2016.1.peds15534>

- Rosas-Ballina, M., Olofsson, P. S., Ochani, M., Valdés-Ferrer, S. I., Levine, Y. A., Reardon, C., Tusche, M. W., Pavlov, V. A., Andersson, U., Chavan, S., Mak, T. W. & Tracey, K. J. (2011). Acetylcholine-Synthesizing T Cells Relay Neural Signals in a Vagus Nerve Circuit. *Science*, 334(6052), 98-101. <https://doi.org/10.1126/science.1209985>
- Shankar, R., Olotu, V. O., Cole, N., Sullivan, H. & Jory, C. (2013). Case report: Vagal nerve stimulation and late onset asystole. *Seizure*, 22(4), 312-314. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2012.12.011>
- Shanks, J., Pachen, M., Chang, J. W.-H., George, B. & Ramchandra, R. (2023). Cardiac Vagal Nerve Activity Increases During Exercise to Enhance Coronary Blood Flow. *Circulation Research*, 133(7), 559-571. <https://doi.org/10.1161/circresaha.123.323017>
- Ünal, S., Karagözoğlu C.D., Hatık, S. H. & Özden, A. V. (2022). Short-term effectiveness of auricular vagus nerve stimulation in patients with myofascial pain syndrome. *The European Research Journal*, 8(5), 573-582. <https://doi.org/10.18621/eurj.1005161>
- Ventureyra, E. C. G. (2000). Transcutaneous vagus nerve stimulation for partial onset seizure therapy. *Child's Nervous System*, 16(2), 101-102. <https://doi.org/10.1007/s003810050021>
- Yuan, H. & Silberstein, S. D. (2016). Vagus Nerve and Vagus Nerve Stimulation, a Comprehensive Review: Part II. Headache: *The Journal of Head and Face Pain*, 56(2), 259-266. <https://doi.org/10.1111/head.12650>



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİNİN KİŞİSELLEŞTİRİLMESİ: VÜCUT POZİSYONUNUN ETKİSİ VE OPTİMAL YAKLAŞIMLAR

Cahidenur Koçak^{1,*}, Cansu Özdemir¹ Havva Ezgi Albayrak¹, Alper Perçin¹

¹*Avrasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye,*

cahidenur.kocak@avrasya.edu.tr

cansu.ozdemir@avrasya.edu.tr

ezgi.albayrak@avrasya.edu.tr

alper.percin@avrasya.edu.tr

*Başlıca yazar: cahidenur.kocak@avrasya.edu.tr

ÖZET

Solunum fonksiyon testi; akciğer hacimlerini, kapasitelerini ölçen ve uluslararası alanda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu testin sonuçları her ne kadar yaş, kilo, cinsiyet gibi antropometrik faktörlere bağlı olsa da vücut pozisyonu ve pozisyon değişiklikleri de dikkate alınması gereken önemli bir faktör olmaktadır (Jones vd.,2024). Bu çalışmanın amacı, vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliğinin akciğer mekaniği ile solunum fonksiyon testleri üzerindeki etkilerini incelemek ve çeşitli popülasyonlarda tanı doğruluğunun artırılması için kişiselleştirilmiş bir değerlendirme yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktır. Çalışma literatür tarama olarak planlanmıştır ve son 15 yıl olmak üzere “hasta pozisyonu, solunum fonksiyon, spirometri ve postür” anahtar kelimeleri kullanılarak PubMed, Web of Science ve Google Akademik veri tabanları taranmıştır. Bu tarama sonucunda vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliğinin solunum fonksiyon testi için önemli bir değerlendirme faktörü olduğu ve oksijen taşınması üzerindeki doğrudan ve güçlü etkileri nedeniyle özellikle klinik pratikte dikkate alınması gerektiği ortaya konmuştur (Katz vd.,2018). Örneğin, dik oturma pozisyonunda, akciğer hacimleri ve kapasiteleri, yatar pozisyona kıyasla artış göstermektedir (Badr vd.,2002). Bu nedenle, solunum fonksiyon testi yapılırken ideal vücut pozisyonu, ayaklar yere düz basacak şekilde destekli bir sandalyede dik oturma pozisyonudur (Miller vd.,2005). Ancak bazı hastalıklarda, özellikle hastanın hareket kabiliyetinin kısıtlandığı durumlarda, solunum fonksiyon testinin farklı pozisyonlarda uygulanması gerekebilmekte ve bu da test sonucunu olumsuz etkileyebilmektedir (Silveira vd.,2022). Bu anlamda akciğer fonksiyonunu doğru bir şekilde değerlendirebilmek ve yorumlayabilmek için, solunum fonksiyon testi sırasında, hastanın pozisyonunu dikkate almak büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak vücut pozisyonunun akciğer hacmi, kapasitesi ve solunum mekaniği üzerine doğrudan etkisi göz önüne alındığında herkese uyan tek bir yaklaşım, yapılan testi basitleştirmektedir. Bundan dolayı hasta bakımını iyileştirmek ve tanı doğruluğunu en üst seviyeye çıkarmak amacıyla, solunum fonksiyon testinde kişiye özel bir değerlendirme yapılmasının önemi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hasta pozisyonu, solunum fonksiyon, spirometri, postür

PERSONALIZATION OF PULMONARY FUNCTION TESTS: THE IMPACT OF BODY POSITION AND OPTIMAL APPROACHES

ABSTRACT

Pulmonary function testing is a widely used method internationally to measure lung volumes and capacities. Although the results of this test depend on anthropometric factors such as age, weight, and gender, body position and changes in position are also important factors that must be considered (Jones et al., 2004). The aim of this study is to examine the effects of body position and changes in position on lung mechanics and

pulmonary function tests, and to emphasize the necessity of personalized assessment to improve diagnostic accuracy in various populations. The study is planned as a literature review, covering the last 15 years. Using the keywords "patient position, pulmonary function, spirometry and posture" databases such as PubMed, Web of Science, and Google Scholar were searched. The results of this examination have shown that body position and changes in position are important evaluation factors for pulmonary function tests and should be particularly considered in clinical practice due to their direct and significant effects on oxygen transport (Katz et al., 2018). For example, lung volumes and capacities increase in an upright sitting position compared to a supine position (Badr et al., 2002). Therefore, the ideal body position for performing pulmonary function tests is sitting upright on a chair with feet flat on the ground (Miller et al., 2005). However, in some diseases, especially in cases where the patient's mobility is limited, pulmonary function tests may need to be performed in different positions, which can negatively affect the test results (Silveira et al., 2022). In this context, considering the patient's position during pulmonary function testing is crucial for accurately assessing and interpreting lung function. In conclusion, considering the direct impact of body position on lung volume, capacity, and respiratory mechanics, a one-size-fits-all approach oversimplifies the test. Therefore, to improve patient care and maximize diagnostic accuracy, the importance of personalized assessment in pulmonary function testing is emphasized.

Keywords: Patient position, pulmonary function, spirometry, posture

GİRİŞ

Çalışmanın amacı; vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliğinin solunum fonksiyon testleri üzerindeki etkilerini incelemek ve değerlendirme yönteminin doğruluğunu artırmak için kişiselleştirilmiş bir ölçüm yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktır.

Solunum fonksiyon testi; akciğer hacimlerini ve kapasitelerini ölçmek için kullanılan yöntemdir. Bu test, genellikle akış-hacim döngüsüyle spirometri, akciğer hacimleri ve akciğerin karbon monoksit için difüzyon kapasitesi gibi çeşitli parametreleri içerebilir. Solunum sağlığının değerlendirilmesinde temel bir rol oynayan bu test, akciğer hastalıklarının seyrini izlemek, tedavi etkilerini değerlendirmek, hava yolu duyarlılığını ölçmek ve ameliyat öncesi riskleri belirlemek gibi pek çok klinik amaç için kritik öneme sahiptir (Graham vd., 2019).

Solunum fonksiyon testlerinin, solunum kaslarının durumu ve akciğer mekanizmalarının değerlendirilmesinde sağladığı veriler, özellikle zorlu vital kapasite (FVC) gibi parametrelerle ölçülür. Spirometrik sonuçlar, bireyin yaşı, cinsiyeti, boyu ve etnik kökenine bağlı olarak farklılık gösterebilir. Ayrıca, vücut pozisyonundaki değişiklikler ve yer çekiminin etkisi gibi faktörler de spirometrik parametrelerde değişikliklere yol açabilmektedir. Bu bağlamda, spirometri testlerinin klinik pratiğe entegrasyonu ve doğru yorumlanabilmesi için yatar pozisyonların solunum fonksiyonları üzerindeki fizyolojik etkilerinin iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır (A. Pal vd., 2017).

Vücut pozisyonundaki değişiklikler ve bunun sonucunda yer çekimi etkisinin farklılaşması, solunum fonksiyonunda çeşitli yoğunluklarda değişikliklere yol açmaktadır (Bronconeumologia, 2008). Bu bağlamda, farklı vücut pozisyonlarının solunum fonksiyonu üzerindeki fizyolojik etkilerinin anlaşılması, klinik uygulamalarda özellikle spirometri gibi fiziksel tedavi prosedürlerine rehberlik edilmesinin yanı sıra, değerlerin farklı hastalar ve dönemler arasında karşılaştırılabilir olmasını sağlamaktadır (Wallace vd., t.y.).

Kılavuzlara göre, solunum fonksiyonu testleri oturma veya ayakta pozisyonda gerçekleştirilebilir ve bu pozisyonun raporda belirtilmesi gerekmektedir. Güvenlik açısından, senkop riski nedeniyle hastaların düşmesini engellemek amacıyla oturur pozisyonda test yapılması tercih edilmektedir. Ayrıca, oturma pozisyonu, ölçüm cihazlarının kullanımını ve hasta konforunu artırarak daha rahat bir test ortamı sağlar (M. Miller vd., t.y.). Bununla birlikte, nöromusküler hastalıklar, morbid obezite ve benzeri sağlık sorunlarından muzdarip bireylerde, bu pozisyonların her ikisi de zorlayıcı olabilir ve bu durum, test sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilir. Öte yandan, özellikle hareket kabiliyeti sınırlı olan hastalarda, akciğer fonksiyon testlerinin farklı pozisyonlarda yapılması gerekebilir. Ancak, literatürde, bu tür hastalar için alternatif

pozisyonlarda yapılan ölçümlere dair öngörü değeri sağlayan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Silveira vd., t.y.).

ARAÇ VE YÖNTEM

PubMed, Web of Science ve Google Akademik olmak üzere son 15 yılda “hasta pozisyonu, solunum fonksiyon, spirometri ve postür” anahtar kelimeleri kullanılmak üzere üç ana veri tabanı taranmıştır. Her arama terimi kombinasyonu solunum fonksiyonu ile ilgili en az bir anahtar kelime ve vücut pozisyonuyla ilgili en az bir anahtar kelime içermektedir. Arama; başlık, özet ve anahtar kelime alanlarını inceledi. Bu derleme içerisine dahil edilen çalışmaların bulgularını incelemektedir.

Dahil Edilme Kriterleri

- Son 15 yıl içerisinde yayınlanan çalışmalar
- Solunum fonksiyon testlerinde vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliklerin etkisini inceleyen araştırmalar
- En az oturma veya ayakta durma pozisyonu da dahil olmak üzere iki veya daha fazla vücut pozisyonunun karşılaştırıldığı çalışmalar
- Solunum fonksiyon testi sonucunda edinilen parametre sonuçlarının olduğu çalışmalar
- Solunum fonksiyon testlerinde optimal vücut pozisyon ve pozisyon değişikliği yaklaşımını sunan araştırmalar

Dahil Edilmeme Kriterleri

- Bu çalışmada son 15 yıl içerisinde solunum fonksiyon testlerinde vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliklerin etkisini incelemeyen çalışmalar
- Çalışmanın konusunun derleme konusu dışında olması
- Solunum fonksiyon testlerinde optimal vücut pozisyon ve pozisyon değişikliği yaklaşımını sunmayan araştırmalar

BULGULAR

PubMed, Web of Science ve Google Akademik veri tabanları içerisinde tam metinler okunduktan sonra dahil edilme kriterlerini sağlayan 10 makale çalışmaya dahil edildi. Bu makalelerde dahil edilen tüm çalışmalar en az iki pozisyon içinde FEV₁, FVC, FEV₁/FVC ve VC parametrelerini değerlendiren çalışma idi. On çalışmadan elde edilen sonuçlar gösterilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Dahil edilen çalışmalar

Kaynak	Katılımcı Sayısı	Vücut Pozisyonu	Akciğer Fonksiyonu	Ana Bulgular
Chen,J. ve arkadaşları 2013	33 Nöromusküler hasta birey (18: normal solunum;15: NIV)	Oturma,sırt üstü	FVC	Non-invaziv ventilasyon alan hastalarda FVC'deki değerinin oturmadan sırtüstü pozisyona geçerken normal solunum paternindeki hastalara kıyasla önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir

Thekkinkattil ve arkadaşları 2016	30 birey (15 KOAH ve 15 Sağlıklı birey)	Ayakta durma, oturma, 3/4 oturma, uzun oturma, sırtüstü yatma, sağa yan yatma, sola yan yatma ve baş aşağı pozisyon	FEV ₁ , FEV ₆ , FEV ₁ /FEV ₆ ve PEFR	FEV ₁ değerinin en fazla ayakta durma pozisyonunda, en az ise baş aşağı pozisyonda elde edildiği sonucuna varılmıştır
Haridas, E. Ve arkadaşları 2024	34 Sağlıklı kadın birey	Sırtüstü, oturma ve yan yatma	FEV ₁ , FVC	Oturmanın en yüksek FEV ₁ değerini verdiği gösterilmektedir
Kim, M. ve arkadaşları 2012	45 SKY hasta birey (servikal seviye 15, torasik seviye 15, lomber seviye 15)	Oturma, sırt üstü	FVC, FEV ₁ , TV, MIC (%)	Servikal ve torasik yaralanmalarda sırtüstü pozisyonda FEV ₁ /FVC değerleri daha yüksek iken, lomber yaralanmalarda daha düşük olmuştur
Lawati, R. ve arkadaşları 2019	27 Obez ve obez olmayan Obstrüktif uyku apnesi sendromlu hasta birey	Sırtüstü, oturma	FVC	Obez obstrüktif uyku apnesi sendromu hastalarında oturaktan sırtüstü pozisyona geçmenin FVC önemli ölçüde etkilediğini ve erkeklerin kadınlara kıyasla FVC değerinin azaldığı gösterilmektedir
Miccinilli S. ve arkadaşları 2016	20 SKY hasta birey	Oturma, sırt üstü	FEV ₁ , VC	Omurilik yaralanması olan hastalarda VC sırtüstü pozisyona kıyasla oturma pozisyonunda daha yüksek olmuştur
Pal, A. ve arkadaşları 2017	131 Sağlıklı birey	Sırtüstü, Fowler pozisyonu	FVC, FEV ₁ , PEF, FEF _{25-75%}	Spirometrik değerlerin Fowler pozisyonunda diğer pozisyonlara göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır
Paleville, D. Ve arkadaşları 2014	27 SKY birey (tam motor yaralanma: 13; tam olmayan motor yaralanma: 14)	Sırtüstü	FEV ₁ , FVC	Tam olmayan torasik motor yaralanması yaşayanlarda sırtüstü pozisyonda FEV ₁ 'de bir azalma tespit edilmiştir
Singh Sudan ve arkadaşları 2014	100 Sağlıklı birey	Oturma ve sırtüstü yatma	FVC	FVC'nin oturma pozisyonunda, yatar pozisyona göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Ganapathi, L. V. ve arkadaşları 2015	20 Sağlıklı birey	Ayakta durma, sırtüstü, oturma, sağ ve sol lateral pozisyon	FVC, FEV ₁ , FEV ₁ %	Ayakta durma pozisyonunda sırtüstü, oturma, sağ ve sol lateral pozisyonlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu sonucuna varılmıştır
--------------------------------------	-------------------	---	--	--

Spirometrik parametreler üzerinde vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliklerinin etkilerini inceleyen 10 çalışma başlıklar altında incelenmiştir. Bu çalışmalardan 4 tanesi FVC; 3 tanesi FEV₁; 2 tanesi FEV₁/FVC ve 1 tanesi VC parametreleri üzerinde vücut pozisyonu ve pozisyon değişikliklerini inceleyen çalışmalar olmuştur.

FVC

Zorlu vital kapasiteye bakıldığında Ganapathi ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü bir çalışmada sağlıklı bireylerde vücut pozisyon değişikliklerinin solunum fonksiyon testi parametrelerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda FVC, FEV₁ ve FEV₁ % değerlerinin ayakta durma pozisyonunda sırtüstü, oturma, sağ ve sol lateral pozisyonlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür (*The Estimation of Pulmonary Functions in Various... - Google Akademik, n.d.*) Singh Sudan ve arkadaşları tarafından yapılan karşılaştırmalı bir çalışmanın sonuçları FVC'nin oturma pozisyonunda, yatar pozisyona göre daha fazla olduğunu göstermektedir (Singh Sudan & Singh, 2014) Ayrıca Chen,J. ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada nöromusküler hastalıklarda FVC değeri vücut pozisyonuna ve pozisyon değişikliğine göre incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, non-invaziv ventilasyon alan hastalarda FVC'deki değerinin oturmadan sırtüstü pozisyona geçerken normal solunum paternindeki hastalara kıyasla önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir (Chen vd., 2013). Spirometri parametrelerine etkisini incelemek amacıyla yapılan kesitsel bir çalışmada obez ve obez olmayan 27 birey dahil edilmiştir. Çalışma, obez obstrüktif uyku apnesi sendromu hastalarında oturmaktan sırtüstü pozisyona geçmenin FVC önemli ölçüde etkilediğini ve erkeklerin kadınlara kıyasla FVC'de azaldığını göstermektedir (Lawati vd., 2019)

FEV₁

SKY olan bir grup hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, oturma ve sırtüstü pozisyonlar arasında FEV₁ değerlerinde genel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı gözlemlenmiştir. Ancak, tam olmayan motor yaralanması olan hastaların alt grubunda ve özellikle tam olmayan torasik motor yaralanması yaşayanlarda, sırtüstü pozisyonda FEV₁'de bir azalma tespit edilmiştir (Paleville vd., 2014) KOAH hastaları ve sağlıklı kişiler üzerinde farklı vücut pozisyonlarının akciğer fonksiyonlarına etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmaya 30 kişi (15 KOAH ve 15 sağlıklı kişi olacak şekilde) dahil edilmiştir. Bu çalışma sonucunda FEV₁ değerinin en fazla ayakta durma pozisyonunda, en az ise baş aşağı pozisyonda elde edildiği sonucuna varılmıştır (Influence of Different Body Positioning on Dynamic... - Google Akademik, t.y.). Ayrıca Haridas, E. ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada üç farklı pozisyonda (sırtüstü, oturma ve yan yatma) zorlu vital kapasite ve bir saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim (FEV₁) standart spirometrik testleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında sırtüstü, oturma ve yan yatma, önemli farklılıklar bularak oturma ve yan yatma pozisyonlarının yüksek FEV₁ değerlerini verdiği gösterilmektedir (Haridas & Rajan, 2024)

FEV₁/FVC

Pozisyonun spinal kord yaralanması hastalarının ölçülen akciğer kapasitesini etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmaya spinal kord yaralanması olan hastalar dahil edilmiş ve spirometrik değerleri incelenmiştir. Omurilik yaralanması olan hastalarda servikal ve torasik yaralanmalarda sırtüstü pozisyonda FEV₁/FVC değerleri daha yüksek iken, lomber yaralanmalarda daha düşük olduğu ve pozisyonun spinal kord yaralanmalı hastalarda pulmoner fonksiyon ölçümlerini önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır. Yaralanma seviyesinin ölçülen akciğer kapasitesi üzerindeki etkisine daha fazla dikkat edilmesi

gerektiği belirtilmektedir (Kim vd., 2012). Bunun yanı sıra yatar pozisyonun, sağlıklı genç bireylerde bile spirometrik parametreler üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin, bir çalışmada spirometrik değerlerin Fowler pozisyonunda sırtüstü veya hafif yüksek yatar pozisyona göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (A. Pal vd., 2017)

VC

Miccinilli S. ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada vital kapasite pozisyonlara göre değerlendirilmiştir. Çalışmaya yirmi kronik omurilik yaralanması hastası (lezyon seviyesi C3 ile C7 arasında değişen 9 tetraplejik ve lezyon seviyesi T1 ile T8 arasında değişen 11 paraplejik) hasta dahil edilmiştir. Sonuçlar omurilik yaralanması olan hastalarda VC sırtüstü pozisyona kıyasla oturma pozisyonunda daha yüksek olduğunu göstermektedir (Miccinilli vd., 2016)

TARTIŞMA

Yapılan çalışmalara bakıldığında vücut pozisyonunun akciğer fonksiyonu üzerindeki etkilerini inceleyen çoğu çalışmaya göre hem sağlıklı bireylerde hem de akciğer hastalığı, nöromusküler hastalıklar ve obezite gibi sağlık sorunları olanlarda daha dik bir duruşun akciğer fonksiyonlarını iyileştirdiğini ortaya konmuştur. SKY'li bireyler için bu etki yaralanmanın şiddetine ve seviyesine bağlı olmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde servikal ve torasik yaralanmalarda sırtüstü pozisyonda FEV₁/FVC değerleri daha yüksek iken, lomber yaralanmalarda daha düşük olduğu görülmüştür. Bununla birlikte yaralanma seviyesinin ölçülen akciğer kapasitesi üzerindeki etkisine daha fazla dikkat edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Kim vd., 2016). FEV₁, aynı zamanda dik pozisyonlarda daha yüksek bulunmuştur. Yatay pozisyonlar, hava yolu direncinde artışa, akciğerin elastik geri tepmesinde azalmaya veya zorlu ekspirasyonun mekanik avantajında düşüşe yol açabilen ekspirasyon hacmini ve akışını sınırlamakta olup, büyük hava yollarını muhtemelen etkilemektedir (Katz vd., t.y.)

İdeal olarak, spirometri, kişi bunu yapamayana kadar oturma pozisyonunda yapılmaktadır. Ancak hastaneye yatırılan hastalar genellikle altta yatan patolojiden bağımsız olarak yatar vücut pozisyonu almaktadır. Bu nedenle, bu hastaların nefes almasını rahat hale getirmek için en iyi yatar vücut pozisyonlarını bulma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak, vücut pozisyonunun akciğer hacmi, kapasitesi ve solunum mekaniği üzerindeki doğrudan etkileri dikkate alındığında, tek bir yaklaşımın tüm bireyler için geçerli olması, yapılan testlerin doğruluğunu ve etkiliğini sınırlayabilir. Bu nedenle, her bireyin özel sağlık durumu ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak solunum fonksiyon testi yapılması, hasta bakımının kalitesini artırmak ve tanı doğruluğunu en üst seviyeye çıkarmak açısından büyük önem taşımaktadır. Kişiye özel değerlendirmeler, daha doğru sonuçlar elde edilmesine ve tedavi süreçlerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Badr, C., Elkins, M., Physiotherapy, E. E.-A. J. of, & 2002, undefined. (n.d.). The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *ElsevierC Badr, MR Elkins, ER EllisAustralian Journal of Physiotherapy*, 2002•Elsevier. Retrieved November 8, 2024, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0004951414602038>
- Bronconeumología, J. G.-A. de, & 2008, undefined. (n.d.). La especie humana: un largo camino para el sistema respiratorio. *Elsevier*. Retrieved November 10, 2024, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300289608704290?casa_token=G73DN14uUIQAAAAA:6iUKi2rQFtSgSpdOWV585js_twkFd51T0eKuaOjh0fQZWuH7jpx8kB3OEEHnJH-HWzYZzSgv8QUG
- Chen, J., Nguyen, N., Soong, M., Med, A. B.-J. P. R., & 2013, undefined. (n.d.). Postural change of FVC in patients with neuromuscular disease: relation to initiating non-invasive ventilation. *Academia.EduJ Chen, N*

- Nguyen, M Soong, *A BaydurJ Pulmon Resp Med*, 2013•*academia.Edu*. Retrieved November 16, 2024, from <https://www.academia.edu/download/88558766/postural-change-of-fvc-in-patients-with-neuromuscular-disease-relation-to-non-invasive-ventilation-2161-105X.1000147.pdf>
- Graham, B. L., Steenbruggen, I., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Miller, M. R., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., & Thompson, B. R. (2019). Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 200(8), E70–E88. <https://doi.org/10.1164/RCCM.201908-1590ST>
- Haridas, E., & Rajan, D. (n.d.). Influence of Abdominal Adiposity on Pulmonary Function Test Values in Healthy Female Population with Different Body Positions. *Academia.EduER Haridas, D Rajanacademia.Edu*. Retrieved November 17, 2024, from <https://www.academia.edu/download/102254975/BIJRDP-20221102.pdf>
- Influence of Different Body Positioning on Dynamic...* - Google Akademik. (n.d.). Retrieved November 17, 2024, from https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=Influence+of+Different+Body+Positioning+on+Dynamic+Lung+Functions+in+Chronic+Obstructive+Pulmonary+Disease+Patients+and+in+Normal+Subjects-A+Comparative+Study&btnG=
- Jones, A., Lung, E. D.-H. & 2004, undefined. (n.d.). Body position change and its effect on hemodynamic and metabolic status. *Elsevier*. Retrieved October 22, 2024, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147956304000901?casa_token=tTRCa52VkJIAAAAAA:pm0RUiVlqoUVu6YP_-IJWQ8yvzZIgeXQlYymBrbjj2BRuEIA40-66yny04Q4fY0ydQNvsO3nyCiQ
- Katz, S., Arish, N., Rokach, A., ... Y. Z.-B. pulmonary, & 2018, undefined. (n.d.). The effect of body position on pulmonary function: a systematic review. *SpringerS Katz, N Arish, A Rokach, Y Zaltzman, EL MarcusBMC Pulmonary Medicine*, 2018•*Springer*. Retrieved November 25, 2024, from <https://link.springer.com/article/10.1186/s12890-018-0723-4>
- Katz, S., Arish, N., Rokach, A., Zaltzman, Y., & Marcus, E.-L. (2018). The effect of body position on pulmonary function: a systematic review. *SpringerS Katz, N Arish, A Rokach, Y Zaltzman, EL MarcusBMC Pulmonary Medicine*, 2018•*Springer*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12890-018-0723-4>
- Kim, M., Science, G. H.-J. of P. T., & 2012, undefined. (n.d.). The effect of position on measured lung capacity of patients with spinal cord injury. *Jstage.Jst.Go.JpMK Kim, G HwangboJournal of Physical Therapy Science*, 2012•*jstage.Jst.Go.Jp*. Retrieved November 17, 2024, from https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/24/8/24_JPTS-2012-029/_article/-char/ja/
- Lawati, R. Al, Abri, M. Al, ... B. K.-S. Q., & 2019, undefined. (n.d.). The effect of change in posture on spirometry in patients with obstructive sleep apnoea syndrome. *Ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved November 17, 2024, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6930030/>
- Miccinilli, S., Morrone, M., ... F. B.-E. J. of, & 2015, undefined. (n.d.). Optoelectronic plethysmography to evaluate the effect of posture on breathing kinematics in spinal cord injury: a cross sectional study. *Europepmc.OrgS Miccinilli, M Morrone, F Bastianini, M Molinari, G Scivoletto, S Silvestri, F Ranieri, S SterziEuropean Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2015•*europemc.Org*. Retrieved November 17, 2024, from <https://europemc.org/article/med/25900344>
- Miller, M., Crapo, R., ... J. H.-E., & 2005, undefined. (n.d.). General considerations for lung function testing. *Eur Respiratory SocMR Miller, R Crapo, J Hankinson, V Brusasco, F Burgos, R Casaburi, A Coates, P EnrightEuropean Respiratory Journal*, 2005•*Eur Respiratory Soc*. Retrieved November 8, 2024, from <https://erj.ersjournals.com/content/26/1/153.short>
- Miller, M. R., Crapo, R., Hankinson, J., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., Enright, P., Van Der Grinten, C. P. M., Gustafsson, P., Jensen, R., Johnson, D. C., Macintyre, N., McKay, R., Navajas, D., Pedersen, O. F., Pellegrino, R., Viegi, G., & Wanger, J. (n.d.). General considerations for lung function testing. *Eur Respiratory Soc*. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034505>
- Pal, A., Tiwari, S., Diagnostic, D. V.-J. of C. and, & 2017, undefined. (n.d.-a). Effect of recumbent body positions on dynamic lung function parameters in healthy young subjects. *Ncbi.Nlm.Nih.GovAK Pal, S Tiwari, DK VermaJournal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 2017•*ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved November 10, 2024, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5483656/>
- Pal, A., Tiwari, S., Diagnostic, D. V.-J. of C. and, & 2017, undefined. (n.d.-b). Effect of recumbent body positions on dynamic lung function parameters in healthy young subjects. *Ncbi.Nlm.Nih.GovAK Pal, S Tiwari,*

DK Verma *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 2017 • *ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved November 17, 2024, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5483656/>

Paleville, D. de, Sayenko, D., ... S. A.-R. physiology, & 2014, undefined. (n.d.). Respiratory motor function in seated and supine positions in individuals with chronic spinal cord injury. *Elsevier*. Retrieved November 16, 2024, from [https://doi.org/10.1590/fm.2022.35111](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569904814002134?casa_token=3OIpCs_aXd4AAAAA:o5pgM4OD0wKZqM9a0CZqo_DEbEcXusgSxBQgpnvnye8EHP623XJ61wZzADfviEhX7rho3Kej2Jno-Silveira, K., Matos, N., Castro, T., ... A. S.-F. em, & 2022, undefined. (n.d.-a). The effects of different body positions on pulmonary function in healthy adults. <i>SciELO Brasil</i> KG Silveira, NA Matos, TF Castro, ABF Souza, OMPA Bezerra, FS Bezerra <i>Fisioterapia Em Movimento</i>, 2022 • <i>SciELO Brasil</i>. <a href=)

Silveira, K., Matos, N., Castro, T., ... A. S.-F. em, & 2022, undefined. (n.d.-b). The effects of different body positions on pulmonary function in healthy adults. *SciELO Brasil* KG Silveira, NA Matos, TF Castro, ABF Souza, OMPA Bezerra, FS Bezerra *Fisioterapia Em Movimento*, 2022 • *SciELO Brasil*. Retrieved November 8, 2024, from <https://www.scielo.br/j/fm/a/mPPBBTyZ4bnD6CyK7kPdLkx/?lang=en>

Singh Sudan, D., & Singh, H. (2014). A comparative study to evaluate the effect of crook lying position versus sitting position on Forced Vital Capacity (FVC) in healthy individuals. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(2), 17–19. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7370.3995>

The estimation of pulmonary functions in various... - Google Akademik. (n.d.). Retrieved November 16, 2024, from https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=The+estimation+of+pulmonary+functions+in+various+body+postures+in+normal+subjects&btnG=

Wallace, J., George, C., Tolley, E., ... J. W.-R., & 2013, undefined. (n.d.). Peak expiratory flow in bed? A comparison of 3 positions. *Rc.Rcjournal.Com* JL Wallace, CM George, EA Tolley, JC Winton, D Fasanella, CK Finch, TH Self *Respiratory Care*, 2013 • *rc.Rcjournal.Com*. Retrieved November 10, 2024, from <https://rc.rcjournal.com/content/58/3/494.short>

BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

SULU ÇÖZELTİDE BULUNAN ANTİBİYOTİĞİ TESPİT EDEN BİYOSENSÖR UYGULAMASI VE ELEKTRİKSEL KARAKTERİZASYONU

Burak TAŞ^{1,*}, Özge TÜZÜN ÖZMEN¹

¹*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,*

burak.tas@bakircay.edu.tr

ozge.ozmen@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: burak.tas@bakircay.edu.tr

ÖZET

İnsan yaşamının kalitesini artırmak amacıyla son yirmi yılda teknolojik alanda yapılan araştırmalar hız kazanmıştır. Bu araştırmaların odaklandığı en önemli alanlardan birisi de sensör uygulamalarıdır. Elde edilen veriler incelendiğinde insan yaşam ömrünün uzadığı, yaşam kalitesinin arttığı tespit edilmiştir. Sensör uygulama araştırmaları, insanın doğada daha sağlıklı yaşam sürebilmesi için her geçen gün daha geniş alanlara yayılmaktadır. Hastalıkların erken teşhisi(Feyziazar, 2022; Elbasiony, 2024), çevre kirliliğinin belirlenmesi(Popenda,2024), suyun kalitesinin incelenmesi(Malik, 2024; Wu, 2023) bu alanlardan bazılarıdır. Sensörlerin biyouyumluluğu hem insan vücudunun biyolojik yapısı ile uyumlu olması hem de çevreye verilen zararın minimize edilmesi açısından çok önemlidir(Bhatia, 2024). Biyo-malzeme kullanılarak elde edilen biyosensörler, insan bedenine en yüksek oranda adapte olan ve çevreye en duyarlı sensör türleridir. Bu çalışmada, saf suya katılan antibiyotigi tespit edebilen biyosensörün hassasiyet performansları karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmayı gerçekleştirmede kullanılan karakterizasyon teknikleri ele alınmıştır. Uygulanacak karakterizasyon tekniğini tespit etmek için öncelikle malzemelerin elektriksel, optiksel ve kimyasal yapısı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Malzemeler belirlendikten sonra ve kaplama için kullanılmadan önce ortak bir çözücü belirlenerek malzemeler bu çözücüde karıştırılmıştır. Sonrasında kaplama ve tavlama gibi işlemlere tabi tutulmuştur. Bu işlemler de yapıldıktan sonra kontak oluşturulmuş ve karakterizasyon testlerine gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak karakterizasyon işlemlerinden elde edilen sonuçlar kıyas edildiğinde, biyosensör üretiminde kullanılan malzeme yapısında oluşan bozulma malzemenin direncini azaltmış dolayısıyla da iletilen akım miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Böylece uygulama alanının genişliği ve uygulanabilirliği açısından elektriksel karakterizasyonun daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır(Abdulhameed, 2024; Buitrago, 2014; Zhu, 2024).

Anahtar Kelimeler: Biyosensör, biyouyumluluk, biyomalzeme, elektriksel karakterizasyon.

BIOSENSOR APPLICATION AND ELECTRICAL CHARACTERIZATION TO DETECT ANTIBIOTICS IN AQUEOUS SOLUTION

ABSTRACT

Research in the field of technology has accelerated in the last twenty years in order to improve the quality of human life. One of the most important areas that these researches focus on is sensor applications. When the data obtained was examined, it was determined that human lifespan was extended and the quality of life increased. Sensor application research is spreading to wider areas every day so that people can live a healthier life in nature. Early diagnosis of diseases(Feyziazar, 2022; Elbasiony, 2024), determination of environment pollution(Popenda,2024), and examination of water quality(Malik, 2024; Wu, 2023) are some of these areas. Biocompatibility of sensors is very important in terms of being compatible with the biological structure of the human body and minimizing the damage to the environment(Bhatia, 2024). Biosensors obtained using biomaterials are the types of sensors that are most adaptable to the human body and most sensitive to the environment. In this study, the sensitivity performances of the biosensor that can detect antibiotics added to pure water were compared and the characterization techniques used to make this comparison were discussed.

In order to determine the characterization technique to be applied, first the electrical, optical and chemical structures of the materials were examined in detail. After the materials were determined and before they were used for coating, a common solvent was determined and the materials were mixed in this solvent. Afterwards, it was subjected to processes such as plating and annealing. After these processes were completed, the contact was created and characterization tests were carried out. As a result, when the results obtained from the characterization processes were compared, it was observed that the deterioration in the material structure used in the production of the biosensor reduced the resistance of the material and therefore the amount of transmitted current increased. Thus, it was concluded that electrical characterization is more efficient in terms of its application area and applicability (Abdulhameed, 2024; Buitrago, 2014; Zhu, 2024).

Keywords: Biosensor, biocompatibility, biomaterial, electrical characterization.

GİRİŞ

İnsan yaşamının kalitesini artırabilmenin en önemli aşamalarından birisi hastalıkları önleyici tedbirler alabilmektir. Bu tedbirleri almayaya yönelik öne çıkan teknolojik adımlardan birisi de çeşitli amaçlar için üretilen biyosensörlerdir (Ranjbari, 2024; Hassan, 2024). Bu çalışmanın amacı, insanlar için temel gıda maddelerinden birisi olan suya karışan zararlı maddeleri tespit eden biyosensör geliştirmektir. Laboratuvar koşullarında yapılan arge çalışması kapsamında amaç, üretilen biyosensörün saf suya katılmış olan bir miktar antibiyotiğe tepki vermesidir.

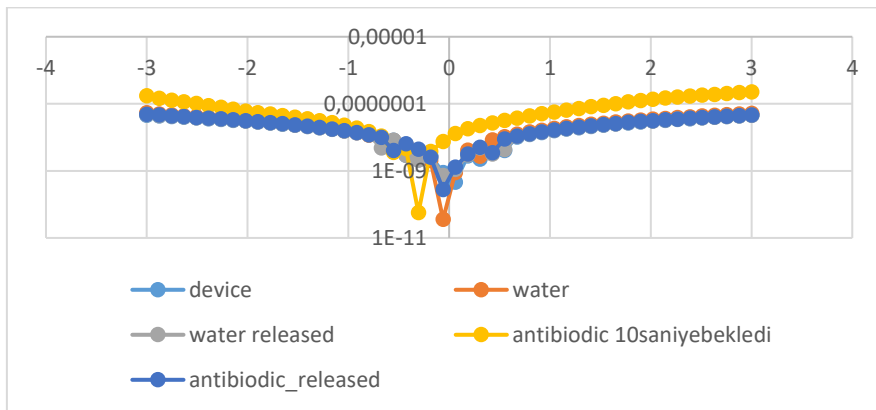
ARAÇ VE YÖNTEM

Analite tepki verme hassasiyetine sahip cihazlar olan sensörler, biyomalzeme kullanılarak üretildikten sonra biyosensör olarak bilim dünyasında yerini almıştır (Pérez, 2019). Bu çalışmada biyosensör üretimine başlarken alttaş olarak lam kullanıldı ve üzerine kaplama işlemi gerçekleştirildi. Daha sonra gümüş pasta ile kontaklar yapıldıktan sonra yaklaşık 50 santigrat derecede tavlama yapıldı. Bu tavlama işlemi kaplama yapmanın son aşamasıdır ve bundan sonra biyosensör test çalışmaları için hazır hale geldi.

Antibiyotikli çözelti biyosensör üzerine bir miktar damlatıldıktan sonra elektriksel karakterizasyon işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem sayesinde biyosensörün antibiyotiğe tepkisi test edilmiş oldu.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Laboratuvar ortamında üretilmiş olan biyosensörün kontakları arasına antibiyotikli çözülden belirli bir miktar damlatıldı ve 10 saniye beklendi. Bu bekleminin amacı, çözeltinin biyosensörün yapısını oluşturan malzemeye iyice etki etmesi içindi. Daha sonra kontaklar arasına gerilim uygulandı, akım değerleri ölçülerek kaydedildi ve bu veriler kullanılarak şekil 1. deki grafik elde edildi. Daha sonra grafikteki bulgular analiz edilerek üretilen biyosensörün hassasiyeti, stabilitesi ve verimliliği değerlendirildi.



Şekil 1. Antibiyotikli saf su çözeltisi damlatılan ve 10 saniye bekledikten sonra elektriksel karakterizasyonu yapılan biyosensöre ait grafik

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, bir biyosensörün çalışma prensibi, üretimi gibi aşamaların tecrübe edilmesinin yanısıra, saf suya karıştırılmış olan bir miktar antibiyotik tespit edilmiştir. Böylece insan yaşamının kalitesinin artırılması ve sağlıklı yaşam sürebilmesi için yeni özellikte bir biyosensör geliştirilmiştir. Ayrıca bu kapsamlı çalışmanın devamı olarak, insanoğlu için vazgeçilmez gıda olan suyun temiz bir şekilde kullanımı için de başarı elde edilmiş oldu.

KAYNAKLAR

- Feyziazar, M., Amini, M., Jahanban-Esfahlan, A., Baradaran, B., Oroojalian, F., Kamrani, A., ... & de la Guardia, M. (2022). Recent advances on the piezoelectric, electrochemical, and optical biosensors for the detection of protozoan pathogens. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 157, 116803.
- Elbasiony, A. M., Alharthi, S., Ghobashy, M. M., Boraie, W. E., Attia, M. S., Madani, M., ... & Sharshir, A. I. (2024). Development and application of novel biosensors for enhanced detection in medical diagnostics. *Microchemical Journal*, 111938.
- Popenda, A., Wiśniowska, E., & Manuel, C. (2024). Biosensors in environmental analysis of microplastics and heavy metal compounds—a review on current status and challenges. *Desalination and Water Treatment*, 100456.
- Malik, P., Rani, R., Gupta, R., Ameta, R. K., & Mukherjee, T. K. (2024). Recent progress on gold nanoparticle biosensors monitored water quality: Insights on diversified contaminants and functionalization paradigms. *Micro and Nano Engineering*, 100261.
- Wu, T., Karimi-Maleh, H., Dragoi, E. N., Puri, P., Zhang, D., & Zhang, Z. (2023). Traditional methods and biosensors for detecting disinfection by-products in water: A review. *Environmental research*, 237, 116935.
- Bhatia, D., Paul, S., Acharjee, T., & Ramachairy, S. S. (2024). Biosensors and their widespread impact on human health. *Sensors International*, 5, 100257.
- Abdulhameed, A., Halim, M. M., Drmosh, Q. A., Mahnashi, Y., Kamil, W. M. W. A., & Azmi, A. N. (2024). Tailoring the morphological, optical, electrical, and random lasing properties of ZnO nanorods synthesized on metal surfaces for biosensor applications. *Optik*, 315, 172044.
- Buitrago, E., Badia, M. F. B., Georgiev, Y. M., Yu, R., Lotty, O., Holmes, J. D., ... & Ionescu, A. M. (2014). Electrical characterization of high performance, liquid gated vertically stacked SiNW-based 3D FET biosensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 199, 291-300.
- Zhu, C., Xun, Z., Fu, R., Huang, Q., Ou, Q., Xianyu, Y., & Liu, C. (2024). Nanoparticle-Driven Biosensors for Diagnosis of Viral Hepatitis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 117985.
- Ranjbari, S., Almahmeed, W., Kesharwani, P., & Sahebkar, A. (2024). Advancements in biosensor technologies for fibrinogen detection in cardiovascular disorders. *Talanta*, 280, 126687.
- Hassan, M. M., Yi, X., Sayada, J., Zareef, M., Shoaib, M., Chen, X., ... & Chen, Q. (2024). Progress of machine learning-based biosensors for the monitoring of food safety: A review. *Biosensors and Bioelectronics*, 116782.
- Pérez, J. A. C., Sosa-Hernández, J. E., Hussain, S. M., Bilal, M., Parra-Saldivar, R., & Iqbal, H. M. (2019). Bioinspired biomaterials and enzyme-based biosensors for point-of-care applications with reference to cancer and bio-imaging. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 168-176.

DÜŞÜK DOZLU LAZER TERAPİSİNİN KULLANIM ALANLARI

Haşim Özgür Tabakoğlu¹, Nurgül Güleç^{1,*}, Orçun Kerem Zabun¹

¹*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği, İzmir, Türkiye*

ozgur.tabakoglu@bakircay.edu.tr

210602009@bakircay.edu.tr

200602017@bakircay.edu.tr

*Başlıca Yazar: 210602009@bakircay.edu.tr

ÖZET

Düşük Dozlu Lazer Terapi(DDLT), dalga boyu 600-1100 nm ve çıkış gücü 1-500 mW olan kırmızı ışın veya yakın kızılötesi olan lazeri tanımlamaktadır. DDLT'nin 5 temel parametresi vardır. Bunlar; dalga boyu, çıkış gücü, güç yoğunluğu, enerji yoğunluğu, toplam maruziyet süresidir. DDLT, iyonlaştırıcı olmayan, çeşitli dokularda fotokimyasal ve fotofiziksel reaksiyonları tetikleyen termal olmayan bir tedavi yöntemidir. DDLT, hücrede fazla oranda ATP, RNA ve DNA sentezine neden olmaktadır. Bu sebeple hücre solunumu ve mitokondriyal elektron taşıma sistemini iyileştirmektedir. DDLT, yara iyileşmesini, kollajen sentezini, sinir rejenerasyonunu, anormal hormonal fonksiyonun normalleşmesini, ağrının azalmasını, endorfin salınımının uyarılmasını ve bağışıklık sisteminin modülasyonunu uyarmaktadır. Moleküler düzeyde, mitokondriyal membran potansiyelini, sitokin salgısını ve hücre çoğalmasını uyarmasıyla bilinir.

Özellikle muskuloskeletal hastalıklara bağlı ağrı ve fonksiyon kısıtlılığı tedavisinde uzun yıllardır klinikte sıklıkla kullanılmaktadır. DDLT, kronik bel ağrısı tedavisi, hafif kas ve eklem ağrılarının, artrit ve kas spazmlarının geçici olarak hafifletilmesi, sertlik giderilmesi, kas dokusunun gevşemesinin sağlanması, ısı gereksinimi olan durumlarda lokal kan dolaşımının geçici olarak artırılması, kronik ve tedaviye dirençli ağrılarının semptomatik olarak hafifletilmesi, cerrahi sonrası ve travma sonrası akut ağrılarının destekleyici tedavisi için uygulanabilmektedir. DDLT'nin tedavi yöntemi olarak kullanıldığı hastalıklar arasında özgül olmayan diz ağrısı, osteoartrit, fibromiyalji, temporomandibular eklem bozuklukları, boyun, omuz ve sırt ağrıları yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Düşük Dozlu lazer Terapi, Yakın Kızılötesi Lazer, Ağrı tedavisi, Fotobiyomodülasyon

FIELDS OF APPLICATION OF LOW-LEVEL LASER THERAPY

ABSTRACT

Low Level Laser Therapy(LLLT), describes a red- ray or near-infrared laser with a wavelength of 600-1100 nm and an output power of 1-500 mW. LLLT has 5 basic parameters. These; wavelength, output power, power density, energy density, total exposure time. LLLT is a non-ionizing, non-thermal treatment method that triggers photochemical and photophysical reactions in different tissues. LLLT induces an increased synthesis of ATP, RNA, and DNA within the cell. Therefore, it improves cellular respiration and the mitochondrial electron transport system. LLLT stimulates wound healing, collagen synthesis, nerve regeneration, normalization of abnormal hormonal functions, pain reduction, endorphin release, and modulation of the immune system. At the molecular level, it is known to stimulate mitochondrial membrane potential, cytokine secretion, and cell proliferation.

Especially, LLLT has been widely used in clinical practice for many years in the treatment of pain and functional impairment associated with musculoskeletal disorders. LLLT can be applied for the treatment of chronic low back pain, temporary relief of minor muscle and joint pain, arthritis, and muscle spasm, relieving stiffness, promoting relaxation of muscle tissue, to temporarily increase local blood circulation where heat is indicated, symptomatic relief and management of chronic and intractable pain, adjunctive treatment for postsurgical, and post-trauma acute pain. The diseases in which LLLT is used as a treatment method include non-specific knee pain, osteoarthritis, fibromyalgia, temporomandibular joint disorders, neck, shoulder, and back pain.

Keywords: Low Level Laser Therapy, Near Infrared Laser, Pain Management, Photobiomodulation

GİRİŞ

Lazer İngilizce ‘Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation’ sözcüklerinin baş harflerinden oluşmaktadır. ‘Uyarılmış ışınım yayını ile ışığın yoğunlaştırılması’ anlamına gelen bu terim kısaca yoğunlaştırılmış ışın olarak tanımlanır(Nalbant, 2015). Lazer tedavi veya Düşük Dozlu Lazer Terapi (DDLTL) 50 yıldan fazladır yaygın olarak kullanılmaktadır. DDLTL'nin potansiyel uygulamaları günümüzde çokça karşımıza çıkmaktadır ve temel bilim, klinik öncesi ve klinik düzeyde deneysel olarak araştırılmaktadır. DDLTL'nin etki mekanizması halen tam olarak açıklanamamaktadır.

Düşük Dozlu Lazer Terapisi, yaralanmış, dejenere olan veya ölme riski taşıyan dokuyu uyarmak, iyileştirmek, yenilemek ve korumak için kırmızı veya yakın kızılötesi ışığın kullanımını tanımlar. Foto Biyositümlasyon olarak da adlandırılan düşük dozlu lazer terapisi miliwattlar seviyesinde lazer ışınının canlı dokuya uygulanması prensibine dayanır ve uygulanan bölgede yara iyileşmesini hızlandırmak gibi çeşitli olumlu etkiler gösteren fotobiyolojik bir yöntemdir(Tarhan & Alkan, 2014). **Bu çalışmanın amacı;** Düşük Dozlu Lazer Terapisinin kullanım alanları hakkında araştırma yapmak ve elde edilen bilgileri sunmaktır.

ARAÇ VE YÖNTEM

Düşük Dozlu Lazer Terapisi (DdlT)

DDLTL için önerilen bir tanım, görünür ve yakın kızılötesi spektrumda Lazerler, LED'ler ve geniş bant ışık dahil olmak üzere iyonlaştırıcı olmayan ışık kaynakları formlarını kullanan bir ışık terapisi biçimidir. Çeşitli biyolojik ölçeklerde fotofiziksel ve fotokimyasal olayları ortaya çıkaran termal olmayan bir süreçtir.

DDLTL Parametreleri

DDLTL, dalga boyu 600-1100 nm ve çıkış gücü 1-500 mW olan kırmızı ışın veya yakın kızılötesi olan ışığı tanımlamaktadır. 0.04 ile 50 J/cm² arası düşük enerji seviyesi olan bu ışımaya sürekli veya darbelidir. DDLTL'nin 5 temel parametresi vardır. Bunlar; dalga boyu, çıkış gücü, güç yoğunluğu, enerji yoğunluğu, toplam maruziyet süresidir(Musstaf vd., 2019). Işığa maruz kalma süresine bağlı olarak farklı biyolojik yanıtlar oluşmaktadır. Düşük seviyede enerji yayılımı olduğu için ortama ısı, ses veya titreşim yaymamaktadır. Tüm parametrelerin doğru seçilmesi tedavinin etkinliği için önemlidir(Ünal, 2022).

Parametreleri	Ölçü Birimi ve Değeri		Açıklama
Dalga boyu	Nm	600-1100	Elektromanyetik bir radyasyon, dalga benzeri bir özelliğe sahip olan ayrı paketler halinde hareket eder.
Güç	W	$10^{-3} - 10^{-1}$	Birim zamanda tüketilen enerji miktarıdır.
Güç Yoğunluğu	W/cm ²	$10^{-1} - 10^0$	Birim alana iletilen güç
Enerji Yoğunluğu	J/cm ²	$10^{-2} - 10^2$	Lazer dozu
Toplam Maruz Süresi	Saniye	10-3000	Hedef sistemin enerjiye maruz kaldığı süre

Şekil 1. DDLT uygulamasını parametreleri(Musstaf vd., 2019)

DdlT'nin Etki Mekanizması

DDL T'nin analjezik (ağrı kesici), yara iyileştirici ve anti-inflamatuar etkileri bulunur ve bu etkileri fotokimyasal niteliklerine bağlıdır. Lazer ışınlarının biyolojik dokulardaki etkileri doğrudan ışığın dalga boyuna, uygulama yapılacak dokunun derinliğine, doza (tedavinin yoğunluğu ve süresine) ve toplam seans sayısına göre değişir. DDL T'nin etki mekanizmaları kesin olarak tanımlanmamış olmasına rağmen hücre altı ve hücrel mekanizmaları etkilediği gösterilmiştir. DDL T'nin temel etki mekanizması doku uyarımıdır. DDL T'nin termal bir etkisi yoktur; ışığın emilmesinin ardından kimyasal bir değişime neden olarak etki gösterir. DDL T dokulara uygulandığında doğrudan, akupunktur noktalarına uygulandığında ise sistemik etkileri vardır(Nalbant, 2015).

DDL T, hücrede fazla oranda ATP, RNA ve DNA sentezine neden olmaktadır. Bu sebeple hücrel solunumu ve mitokondriyal elektron taşıma sistemini iyileştirmektedir. Düşük lazer dozlarından sonra artan ATP ve protein sentezini takiben, büyüme faktörlerinde ve sitokinlerin ekspresyonlarında artışa ve sonuç olarak hücre bölünmesinin artışına yol açmaktadır. Ayrıca DDL T hücrede, redoks özelliklerindeki değişiklikler ve elektron transferinin hızlanması, sitokrom c oksidazın katalitik merkezinden nitrik oksit (NO) salınımı, süperoksit üretimi, fotodinamik etkilere de neden olmaktadır(Ünal, 2022).

DDL T Uygulaması Sonucunda Ortaya Çıkan Etkiler

DDL T, ATP sentezini, protein sentezini, hücre proliferasyonunu, enzim aktivitesini, mitokondri sayısını ve hücre zarı potansiyelini artırarak hücrel metabolizmayı etkiler. Ayrıca yara iyileşmesini, kollajen sentezini, sinir rejenerasyonunu, anormal hormonal fonksiyonun normalleşmesini, ağrının azalmasını, endorfin salınımının uyarılmasını ve bağışıklık sisteminin modülasyonunu uyarılmaktadır(Gavish, 2004). Fizyoterapide, Düşük Dozlu Lazer Terapisi, ağrı giderimi, hızlandırılmış doku yenilenmesi ve inflamasyonun azaltılması için kullanılır. Anti-inflamatuar etki, hücrel solunumu artırma ve ağrıya neden olan maddeleri uzaklaştırmak için kan dolaşımını iyileştirme yoluyla gerçekleşir. DDL T derin dokuları, median sinirleri iyileştirir ve doku hasarını önler(Nalbant, 2015).

DdlT'nin Kullanım Alanları

Ağrı Tedavisinde Kullanımı

DDL T, kas-iskelet sistemi hastalıklarına bağlı ağrı ve fonksiyon kısıtlılığı tedavisinde uzun yıllardır klinikte sıklıkla kullanılmaktadır. Kronik bel ağrısı tedavisi(Atlı vd., 2022), hafif kas ve eklem ağrılarının, artrit ve kas spazmlarının geçici olarak hafifletilmesi, kas dokusunun gevşemesinin sağlanması, ısı gereksinimi olan durumlarda lokal kan dolaşımının geçici olarak artırılması, kronik ve tedaviye dirençli ağrılarının semptomatik olarak hafifletilmesi, Cerrahi sonrası ve travma sonrası akut ağrılarının destekleyici tedavisi için uygulanabilmektedir(Tomazoni, 2019). DDL T'nin tedavi yöntemi olarak kullanıldığı hastalıklar arasında özgül olmayan diz ağrısı, osteoartrit, fibromiyalji, temporomandibular eklem bozuklukları, boyun, omuz ve sırt ağrıları yer almaktadır(Oliveira & Johnson, 2022).

Sinir Sistemi Hastalıklarının Tedavisinde Kullanımı

DDLT, sinir rejenerasyonunu artırdığı, nöro transmisyon üzerinde olumlu etkiler gösterdiği ve kan akışını artırarak Median sinirdeki miyelin üretimini desteklediği için Karpal Tünel Sendromu tedavisinde kullanılan bir yöntemdir(Nalbant, 2015). DDLT'nin hasar görmüş nöronların büyümesini tetikleyici etkisi sayesinde, Periferik Nöropati, yani kemoterapi ilaçlarının yan etkisiyle oluşan nöron kayıplarının tedavisinde kullanılmaktadır(Ünal, 2022).

Yara İyileşmesi Tedavisinde Kullanımı

Birçok çalışma, yara iyileşmesinde lazer ve ışık temelli tedavilerin etkinliğini bildirmiştir. DDLT, aynı zamanda yara iyileşmesini hızlandırmaktadır. 830 nm LED'ler, diğer yakın kızılötesi dalga boylarına göre daha derinlere nüfuz eder; bu nedenle, deri altı tabakayı içeren ameliyat sonrası izler gibi derin yaraların iyileşmesinde daha etkili olması beklenmiştir. Ek olarak DDLT; yanık tedavisinde, akne, egzema, sedef gibi cilt hastalıklarında, kas, eklem ve tendon iyileşmesinde, basınç yaralarında ve spor yaralanmalarında kullanılmaktadır(Tomazoni vd., 2019).

Ağız ve Diş Hastalıkları Tedavisinde Kullanımı

DDLT; Ağız içi yaraların iyileşmesini hızlandırır. Özellikle kanser tedavisi gören hastalarda görülen oral mukozit yaraların tedavisinde kullanılır. Diş eti tedavisi sonrası kemik oluşumunu aktive etmede kullanılır. Ortodontik tedavi işleminde, diş hareketlendirmek için uygulanan kuvvet sonrası ağrı oluşmasını engellemek için uygulanır. Lazer ile çene eklemi (Bruksizm / Diş gıcırdatma) tedavilerinde eklem uygulananır. Diş çekimi sonrası ağrı ve enflamasyonu azaltabilir ve iyileşme sürecini destekler. Dentin aşırı hassasiyeti yaşayan kişilerde termal hassasiyeti düşürür(Milward vd., 2014).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaklaşık 50 yıldan bu yana kullanılmakta olan DDLT için henüz hiçbir yan etki rapor edilmemiştir. Kalp pili taşıyan, epileptik ve hamile hastalarda kullanılmaması kesin önerilmekle beraber, lokal enfeksiyon, kan hastalığı, fotosensitif cilt veya fotosensitiviteye neden olabilecek ilaç kullanım durumlarında da uygulanması halinde hastaya zarar verme ihtimalinin yüksek olduğu ön görülmektedir. Düşük doz lazer uygulamalarında da diğer lazer uygulamalarında olduğu gibi hasta, hekim ve personeli olası tehlikelerden korumak için birtakım önlemler alınması gerekebilir:

1-Tiroid bezinin üzerine uygulanmamalıdır.

2-Bazı bireylerde DDLT'den sonra yorgunluk ve bitkinlik olduğu bildirilmiştir, bu durumun hastada zararlı bir etki oluşturduğu düşünülmesine de bu şikayetleri bildiren hastalarda uzun süreli DDLT önerilmemektedir.

3-Direkt olarak göze tatbik edilmemeli ve kullanım esnasında odada bulunan tüm bireyler koruyucu gözlük kullanmalıdır(Tarhan & Alkan, 2014).

Uygulama sonrasında bazı geçici etkiler gözlemlenebilir, ancak bu etkiler oldukça nadirdir. İlk birkaç uygulamadan sonra bazı kişiler, geçici olarak ağrı semptomlarında artış yaşayabilir. Bu, genellikle dokuların yeniden düzenlenmesiyle ilişkilidir. Hafif yanma, cilt tahrişi ve nadiren ciltte kızarıklık veya hassasiyet gözlemlenebilir. Baş ağrısı veya sersemlik çok nadir olmakla birlikte, özellikle baş veya boyun bölgesine uygulama sonrası ortaya çıkabilir.

Aşırı dozda lazer uygulaması, etkisiz bir tedaviye veya doku hasarına neden olabilir. Bunun yanı sıra yanlış protokoller veya yetersiz dozda uygulama nedeniyle beklenen etkinin alınmaması mümkündür. Aktif kanserli dokulara DDLT uygulanmasının güvenliği tam olarak kanıtlanmamıştır. Hüresel bölünme yeteneğini artırabilme etkisi olduğu için kanser hastalarında kullanımında dikkatli olunmalıdır.

SONUÇ

Bu çalışma, Düşük Dozlu Lazer Terapisinin kullanım alanlarını araştırmak ve elde edilen bilgileri sunmak için hazırlanmıştır. Çalışmada Düşük Dozlu Lazerin tanımı, etki mekanizması, hücresel düzeyde ve dokular üzerindeki etkileri anlatılmıştır. Başlıca kullanıldığı alanlara örnekler verilmiştir ve olumsuz sayılabilecek etkileri anlatılmıştır. Günümüzde DDLT'nin sahip olduğu potansiyel bilinmekle beraber gelecekte bu potansiyelin ne ölçüde kullanılacağı yapılacak olan çalışmalarla belirlenecektir. Kanıtlanmış herhangi bir yan etkisinin olmayışı ve tedavilerde olumlu geri dönüşler alınması DDLT'yi diğer tedavi yöntemleri arasında ön plana çıkarmaktadır.

Sonuç olarak; Düşük Dozlu lazer Terapisinin kullanım alanlarının gelecekteki çalışmalar ile genişletilebileceği ön görülmektedir. Özellikle teknolojinin gelişmesi ile lazerlerin sadece hastanelerde değil ev ortamında da kullanımı yaygınlaşabilir.

KAYNAKLAR

- Ünal, S. (2022). Sisplatin ile İndüklenmiş İn Vitro Periferik Nöropati Modelinde Kuersetin ve Düşük Seviyeli Lazer Tedavisinin Etkilerinin İncelenmesi. AYDIN–2022, <http://hdl.handle.net/11607/4639>
- Musstaf, R. A., Jenkins, D., Jha, A. N. (2019). Assessing the impact of low level laser therapy (LLLT) on biological systems: a review. *International journal of radiation biology*, 95(2), 120–143. <https://doi.org/10.1080/09553002.2019.1524944>
- Tomazoni, S., & Machado, C. et al. (2019). Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers—A Randomized Controlled Trial. <https://doi.org/10.1155/2019/6239058>
- Gavish, L., & Asher, Y. et al. (2004). Low Level Laser Irradiation Stimulates Mitochondrial Membrane Potential and Disperses Subnuclear Pomyelocytic Leukemia Protein. <https://doi.org/10.1002/lsm.20108>
- Atlı, Z., & Yakşi, E., & Yaşar, M. (2022). Kronik Bel Ağrılı Hastalarda Düşük Yoğunluklu Lazer Tedavisinin Etkinliğinin Araştırılması. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi* 2022;7(2):319-325. <https://doi.org/10.26453/otjhs.1057015>
- De Oliveira, M., & Johnson, D. et al. (2022). Low-Intensity Laser And Led (Photobiomodulation Therapy) For Pain Control Of The Most Common Musculoskeletal Conditions. *European Journal of physical and rehabilitation Medicine* 2022 april;58(2):282-9 doi: 10.23736/s1973-9087.21.07236-1
- Nalbant, M., (2015), Karpal Tünel Sendromunda Düşük Yoğunluklu Lazer Tedavisi Etkinliğinin Ultrasonografik Ve Elektrofizyolojik Olarak Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Document ID:2000149006
- <https://www.aslms.org/for-the-public/treatments-using-lasers-and-energy-based-devices/photobiomodulation>
- <https://www.aslms.org/for-the-public/general-information/devices---led's/led-therapy-studies>
- Milward, M. R., Holder, M. J., Palin, W. M., Hadis, M. A., Carroll, J. D., & Cooper, P. R. (2014). Low level light therapy (LLLT) for the treatment and management of dental and oral diseases. *Dental Update*, 41(9), 763–772. doi:10.12968/denu.2014.41.9.763
- TARHAN, K., & ALKAN, A., (2014). Periodontal Tedavide Düşük Doz Lazer Tedavisi Uygulamaları, Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., 24(1), sayfa:61-66, <https://doi.org/10.17567/dfd.90254>

PEDIATRİ HEMŞİRELİĞİNDE TERM VE PRETERM YENİDOĞANLARDA GELİŞİMSEL BAKIMDA BESLEYİCİ OLMAYAN EMME KULLANIMININ YÖKTEZ VERİ TABANINDA İNCELENMESİ

İrem Su KAYMAK^{*1}, Beste ÖZGÜVEN ÖZTORNACI¹

¹ İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İzmir, Türkiye

iremsukaymak5@gmail.com

besteozen@gmail.com

* Başlıca Yazar: iremsukaymak5@gmail.com

ÖZET

Bu çalışma, pediatri hemşireliği alanında term ve preterm yenidoğanların gelişimsel bakımında besleyici olmayan emme ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Ekim 2024 tarihinde, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında “yenidoğan” ve “besleyici olmayan emme” ve “emzik” anahtar kelimeleri kullanılarak yıl sınırlaması olmadan tarama yapılmıştır. Dahil edilme kriterlerine uyan tezler incelenmiş ve dahil edilme kriterlerine uygun olmayan tezler elenerek 22 lisansüstü tezdten 11 tanesi inceleme dışı bırakılmış ve geriye kalan 11 yüksek lisans ve doktora tezi çalışmaya alınmıştır. Ulaşılan tezlerin bir tanesinin konu ile ilgisi olmadığı için, beşi başka alanlarda, tezlerin üçünün tıpta uzmanlık alanında, biri de ebelik alanında yapıldığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Geriye kalan 12 tezdten bir tanesinin de erişim engeli olması nedeniyle çalışmaya alınmamıştır. Tezlerin yayımlanma zamanı 1998-2023 yılları arasında değişmektedir. İki doktora tezi olmak üzere geriye kalan 9 çalışma yüksek lisans tezi olarak yürütülmüştür. Değerlendirmeye alınan çalışmalarda term ve preterm yenidoğanlara uygulanan gelişimsel bakımda besleyici olmayan emme en çok ağırlı girişimler sırasında kullanılmış olup stres ve ağrı düzeyini azaltma, konfor düzeyini artırma ve erken taburculuğu sağlama gibi konularda etkili bir uygulama olarak bulunmuştur. Aynı zamanda total-oral beslenmeye geçiş sürecini kolaylaştırdığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, term ve preterm yenidoğanın bakımında gelişimine uygun büyüme ve gelişmesinin sağlanabilmesi için, sukrozlu ya da sadece besleyici olmayan emmenin uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Besleyici olmayan emme, yenidoğan, emzik, lisansüstü tezler

ABSTRACT

This study was conducted to examine postgraduate theses on non-nutritive sucking in the developmental care of term and preterm newborns in the field of pediatric nursing. In October 2024, a search was conducted in the National Thesis Center database of the Council of Higher Education using the keywords “newborn”, “non-nutritive sucking” and “pacifier” without any year limitation. Theses that met the inclusion criteria were examined and theses that did not meet the inclusion criteria were eliminated, 11 out of 22 postgraduate theses were excluded from the examination and the remaining 11 master’s and doctoral theses were included in the study. One of the theses reached was excluded from the study because it was not relevant to the subject, five were excluded from the study because they were in other fields, three of the theses were in the field of medical specialization and one was in the field of midwifery. One of the remaining 12 theses was not included in the study because of access restrictions. The publication times of the theses ranged between 1998-2023. The remaining 9 studies, two of which were doctoral theses, were conducted as master’s theses. In the studies evaluated, non-nutritive sucking was used most during painful interventions in developmental care applied to term and preterm newborns and was found to be an effective application in reducing stress and pain levels, increasing comfort levels and ensuring early discharge. It was also found to facilitate the transition to total oral feeding. In line with these results, it is recommended to apply sucrose or only non-nutritive sucking in the care of term and preterm newborns in order to ensure their growth and development appropriate to their development.

Keywords: Non-nutritive sucking, newborn, pacifier, graduate theses

GİRİŞ

Prematüre doğum, küresel bir sorundur ve son yıllarda yenidoğan yoğun bakımdaki teknolojik bilgilerle ve verilen eğitimler ile sağ kalım oranları artmaktadır (Gao vd., 2018). Ancak, prematüre yenidoğanlar hayatta kalmalarını sağlamak için birçok ağırlı uyaranlara maruz kalırlar. Tekrarlanan bu ağırlı uyaranlar kısa ve uzun vadeli olabilmektedir (Gao vd., 2018; Peng vd., 2018). Yenidoğan ve prematüre yenidoğanların, tekrarlanan uyaranlar nedeniyle ağrı ve strese daha fazla maruz kalmanın, daha kötü ve uzun vadeli nörogelişimsel sonuçlarla ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Gao vd., 2018). Tekrarlanan ağırlı uyaranlar, oksijen tüketimini artırarak beyin gelişimini etkiler ve retinopati, kronik akciğer enfeksiyonlarına neden olabilir (Peng vd., 2018)

Oral beslenme, yenidoğan ve prematüre bebek bakımında en önemli hemşirelik girişimlerinden biridir (Li vd., 2022). Preterm bebeğin oral yolla etkin ve güvenli bir şekilde beslenebilmesi için emme-yutma ve nefes alıp verme sırasındaki koordinasyonunu sağlayabilmesi gereklidir (Tian vd., 2015) 31. gestasyon haftası ve altında olan pretermelerde emme hareketleri olmasına rağmen, emme-yutma koordinasyonunun sağlanamaması beslenme sorunlarına sebep olabilmektedir. 31- 32 gestasyon haftası altında olan preterm bebekler oral motor becerileri yeterli olmadığı için tam olarak oral beslenmeyi gerçekleştiremezler ve bu sebeple ilk beslenmeleri genellikle nazogastrik/orogastrik yolla yapılmaktadır (Kurt Sezer & Küçükoğlu, 2020; Park, 2012; Pinelli & Symington, 2005). Bu süreçte tam oral beslenmeye geçene kadar ve tam bir emzirme alışkanlığı kazanana kadar emzik, biberon, besleyici olmayan emme kullanılmaktadır.

Besleyici olmayan emme, parenteral, enteral ve oral beslenen bebeklerde uygulanabilen bir yöntemdir. Besleyici olmayan emme, bebeğin besin alımı olmadan (emzik, eldivenli başparmak veya boşaltılmış meme emme) emme yöntemidir (Kurt Sezer & Küçükoğlu, 2020; Westemeyer vd., 2024). Besleyici olmayan emme esnasında ağız boşluğuna gelen bir süt yoktur. Ancak dil ve ağız bölgelerinden oluşan tat ve dokunma uyarısıyla bol miktarda tükürük salgılanır. Besleyici olmayan emme, besleyici emmenin gelişimini sağlar ve bağımsız oral beslenmeye geçişi hızlandırdığı çalışmalarda gösterilmiştir (Kurt Sezer & Küçükoğlu, 2020; Ostadi vd., 2021).

AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, pediatri hemşireliği alanında term ve preterm yenidoğanların gelişimsel bakımında besleyici olmayan emme ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın sorusu ise, “Pediatri hemşireliği alanında term ve preterm yenidoğanlarda besleyici olmayan emme ile ilgili yapılan lisansüstü araştırma konuları nelerdir ve hangi kullanım alanları üzerinde kullanılmaktadır?” olarak belirlenmiştir.

Araştırma retrospektif tanımlayıcı tiptedir. Çalışmada, term ve preterm yenidoğanlarda uygulanan besleyici olmayan emmenin kullanım alanlarını incelemek üzere araştırma kapsamına alınan tezler, yüksek lisans veya doktora tezi, yazar, yayınlandığı yıl, amaç, araştırma tipi, örneklem grubu, uygulanan girişim ve sonuç şeklinde özetlenmiştir (Tablo 1).

Araştırma Stratejisi

Term ve preterm gelişimsel bakımda besleyici olmayan emme ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi için Ekim 2024 tarihinde Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanı taranmıştır. Yıl sınırlaması olmadan tarama yapılmıştır. Çalışma verileri, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanının gelişmiş tarama bölümünden, “besleyici olmayan emme”, “yenidoğan” ve “emzik” anahtar kelimeleri kullanılarak randomize kontrollü ve deneysel çalışmalar taranmıştır. Hemşirelik alanı dışında yapılan tezler ve YÖKTEZ veri tabanında ulaşılamayan tezler dışlanmıştır. Dahil etme kriterlerine uyan tezler incelenmiş ve dahil edilme kriterlerine uygun olmayan tezler elenmiştir. Ulaşılan tezler başlıklarına göre değerlendirilerek,

konu ile ilgisi olmayan ve hemşirelik alanında yapılmayan tezler çalışmaya alınmamıştır. Tarama sonucunda 22 lisansüstü tezdten 11 tanesi inceleme dışı bırakılmış ve 11 yüksek lisans ve doktora tezi çalışmaya alınmıştır.

Bu literatür incelemesi kapsamına alınan tezlerin herkes tarafından erişilebilmesi nedeniyle etik kurul izni alınmamıştır.

Araştırmaların metodolojik kalitesinin değerlendirilmesi

Çalışmanın metodolojik kalitesinin değerlendirilmesi iki araştırmacı tarafından yapılmıştır. Sistematik derlemede yarı deneysel ve randomize kontrollü çalışmalar olduğu için “Critical Appraisal Skills Programme: Quality Appraisal Criteria for RTC Evidence” (CASP) kullanılmıştır (<https://casp-uk.net/wp-content/uploads/2018/01/CASP-RandomisedControlled-Trial-Checklist-2018.pdf>). Çalışmaların değerlendirme sonuçları, yazarlardan talep edilebilir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tarama Bulguları

Yapılan tarama sonrasında Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (YÖK) tarama motorundan 22 tane lisansüstü teze ulaşılmıştır. Ulaşılan tezlerin bir tanesinin konu ile ilgisi olmadığı için, bir teze erişim sağlanamadığı ve tezlerin üçünün tıpta uzmanlık alanında, birinin ebelik alanında, beşi de başka alanlarda yapıldığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Seçim yapmak için belirlenen tezler, dahil edilme kriterlerine göre incelenmesi sonucunda 11 makaleye ulaşılmıştır. Değerlendirmeye alınan çalışmalarda besleyici olmayan emme ile birçok farklı yöntem karşılaştırılmıştır. Bu yöntemler; sukrozlu/dekstrozu emzik, anne sütü emzik, cenin pozisyonu verme, oral sukroz, beyaz gürültü, anne sütü koklatma, ninni dinletme yöntemleri kullanılmıştır.

Besleyici olmayan emme, emzirme veya biberonla beslenme gibi oral beslenmenin bir becerisi olsa da oral beslenme becerileri daha karmaşık bir yapıdadır. Oral beslenme, emme, yutma ve nefes alma koordinasyonunu da gerektirir. (Pineda vd., 2019). Ciddi bakım gerektirenler başta olmak üzere, hasta yenidoğanlarda ağrı önemli bir sorundur. Non-farmakolojik tedaviler ağrı yönetiminde etkili uygulamalardandır. Besleyici olmayan emme, sarmalama, sukroz uygulaması, kanguru bakımı non- farmakolojik uygulamalar arasında yer almaktadır (Gündoğdu Karakaya, 2022). Bu makalede yer alan tezlerde, besleyici olmayan emmenin, gelişimsel destekleyici bakımda en çok ağırlı girişimler sırasında kullanıldığı, stres ve ağrı düzeyini azaltma, konfor düzeyini artırma ve erken taburculuğu sağlama gibi konularda etkili bir uygulama olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda total-oral beslenmeye geçiş sürecini kolaylaştırdığı tespit edilmiştir. Özellikle yenidoğan yoğun bakımda tedavi almakta olan term ve preterm yenidoğanların gelişimine uygun büyümesinin desteklenmesi, ağrı ve stresten en az düzeyde etkilenmesinin sağlanması amacıyla sukrozlu ya da sadece besleyici olmayan emme kullanılması bu sonuçlar doğrultusunda önerilebilir.

Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde, orogastrik tüp kullanılarak besleme, yenidoğanların beslenme ihtiyaçlarını desteklemek için yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir (Apaydın Cırık & Efe, 2020). Orogastrik sonda yerleştirilmesi term ve preterm yenidoğanlar için oldukça ağırlı ve stres verici bir uygulamadır. Orogastrik tüp takılması sırasında oluşan ağrıyı hafifletmek amacıyla nonfarmakolojik yöntemlerin uygulanması önerilmektedir. Bu yöntemler arasında besleyici olmayan emme, ten tene temas, kundaklama, %24'lük oral sukroz verilmesi ve uygun pozisyonlama bulunmaktadır (Apaydın Cırık & Efe, 2020). Yapılan incelemede orogastrik tüp takılması sırasında sadece emzik ve %25 dekstrozu emzik karşılaştırılmış. Akkaya çalışmasında (2020), her iki yönteminde benzer oranda ağrıyı azalttığını, dekstrozu emzik kullanımının ağlama süresinde daha etkili olduğunu belirtmiştir. Farklı şekilde, Özdemir çalışmasında (2020), term bebeklerde intravenöz kan alma sırasında, ağrıyı ve stresi azaltmak için (emzik verme, prone pozisyonu ve anne sütü koklatılmasının ağrıyı ve stresi azaltmadaki etkisini karşılaştırılmış. Kullanılan üç yöntemin de intravenöz kan alma işlemi ağrı ve stres puanlarını azalttığı ancak aralarında anlamlı bir fark olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle her üç yöntem

Tablo 1. Pediatri Hemşireliğinde Term ve Preterm Yenidoğanlarda Gelişimsel Bakımda Besleyici Olmayan Emme Kullanımına İlişkin Literatür Taramasında Elde Edilen Bulgular

Yazar/ Yıl/ Şehir	Amaç	Örnekle m	Girişim	Sonuç
<p>*Seda Arı</p> <p>*Yüksek Lisans Tezi</p> <p>*2023-İstanbul</p> <p>* Zehra Kan Öntürk</p>	<p>*Preterm bebeklerde alt bakımı sırasında besleyici olmayan emme ve anne sütü ile kombin edilmiş besleyici olmayan emme kullanımı nın yenidoğan konforuna etkisinin belirlenmesi</p>	<p>*60 preterm yenidoğan</p> <p>* Gestasyon Haftası: 28-36+6 W</p> <p>* Besleyici olmayan emme grubu: 30</p> <p>* Anne sütü ile kombin edilmiş besleyici olmayan emme grubu: 30</p>	<p>* Besleyici Olmayan Emme grubu: Emzik işleminden hemen önce verilmiş ve işlemden 5.dk sonuna kadar emzik verilmeye devam edilmiş. Emzik verildikten 5. dk sonra PBKÖ ile konfor değerlendirilmiş. Sonrasında alt bakımı yapılmış ve işlem sırasında, işlemden hemen sonra ve işlemden 5 dk sonra PBKÖ ile konfor değerlendirilmiş ve kaydedilmiş.</p> <p>* Anne sütü ile kombin edilmiş besleyici olmayan emme grubu: Emzik, 5 sn süreyle anne sütüne temas ettirilmiş ve işlemden hemen önce verilmiş ve işlemden 5.dk sonuna kadar emzik verilmeye devam edilmiş. 5. dk sonunda PBKÖ ile konfor değerlendirilmiş. Alt bakımı yapılması sırasında PBKÖ ile konfor değerlendirilmiş. İşlemden hemen sonra ve işlemden 5 dk sonra PBKÖ ile konfor değerlendirilip ve kaydedilmiş.</p>	<p>* Hem kontrol hem de deney grubunda besleyici olmayan emmeye başlanmasıyla birlikte konfor düzeyinin düşmeye başladığı, sadece besleyici olmayan emme kullanılan preterm bebeklerin konfor düzeylerinin, anne sütü kombin edilmiş besleyici olmayan emme uygulanan bebeklere göre daha düşük olduğu ve desteklenmesi gerektiği belirlenmiştir.</p>
<p>*Ayşenur Akkaya</p> <p>*Yüksek Lisans Tezi</p> <p>*Bursa-2020</p> <p>* Nurcan Özyazıcıoğlu</p>	<p>* Term yenidoğan da orogastrik sonda yerleştirme işlemi sırasında emzik ve dekstrozlu emzik kullanımının ağrısı azaltmada etkisinin</p>	<p>* 60 term yenidoğan</p> <p>* Gestasyon Haftası: 38-42 W</p> <p>* Müdahale Grupları: -Yalnız emzik grubu: 20, - Dekstrozla</p>	<p>* OGS yerleştirme işleminden 2 dk önce müdahale gruplarındaki 20 bebeğe sadece emzik, 20 bebeğe %25 dekstrozla tatlandırılmış emzik verilmiş. Dekstroz, emzik kenarından sondayı sızdırma şeklinde gerçekleştirilmiş.</p> <p>* Kontrol grubuna rutin OGS yerleştirme işlemi gerçekleştirilmiş.</p>	<p>* Yenidoğanlarda emzik ve %25 dekstrozla tatlandırılmış emzik kullanımını OGS yerleştirme işlemi sırasında ve sonrasında oluşan ağrı şiddetini benzer oranlarda azalttıkları bulunmuş.</p> <p>* Emziğin, %25 dekstrozla tatlandırılarak kullanılmasının ağlama süresini</p>

	belirlenmesi	tatlandırılmış emzik grubu: 20 * Kontrol grubu: 20		azaltmada diğer gruplara göre daha etkili olduğu tespit edilmiş.
* Kutlu Tatar * Yüksek Lisans Tezi * 2019-İstanbul * Gülzade UYSAL	* Yenidoğanlarda ekokardiyografi çekimi sırasında emzik ve oral sukroz kullanımının fizyolojik parametreler ve konfor düzeyine etkisinin belirlenmesi	* 105 term yenidoğan, *Gestasyon haftası: >37 W - Sukroz grubu=35, - Emzik grubu=35, * Kontrol grubu=35	* İşleme başlamadan 5 dk önce solunum, kalp tepe atımı, saturasyon, ateş ve “Yenidoğan Konfor Ölçeği” (YKDÖ) kaydedilmiş. * İşlemden 2 dk önce emzik/sukroz verilmiş. * İşlem sırasında ve işlemden 5 dk sonra solunum, kalp tepe atımı, saturasyon, ateş ve YKDÖ değerlendirilip kaydedilmiş.	* Ekokardiyografi çekimi sırasında yenidoğanlara oral sukroz vermenin konfor düzeyini yükselttiği, oral sukroz vermenin, emzik vermeye göre daha etkin bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. * İşlem sırası ve sonrasında sukroz grubundaki yenidoğanların oksijen saturasyon düzeyinin arttığı, işlem sırasında emzik ve kontrol grubunun saturasyonunun düştüğü belirlenmiştir.
* Fuat Özdemir * Yüksek Lisans Tezi * 2020-Nevşehir * Derya Evgin	*Hiperbilirubinemi nedeniyle tedavi gören bebeklerde intravenöz kan alma sırasında, ağrıyı ve stresi azaltmak için kullanılan 3 farklı yöntemin ağrıyı ve stresi azaltmada	* 80 term yenidoğan *Gestasyon haftası: 37-42 W - Anne sütü kokusu: 20), - Emzik verme: 20, - Prone pozisyonu : 20) * Kontrol grubuna: 20	* Anne sütü grubu: Bebeklere steril spanç üzerine 2 ml anne sütü damlatılmış, işlem süresince bebeğe anne sütü koklatılmış. * Prone grubu: Bebeklere işlem süresince prone pozisyonu verilmiş. * Emzik verme grubu: Bebeklere işlem süresince steril eldivenden yapılan yalancı emzik verilmiş. * Kontrol grubu: Bebeklere hiçbir uygulama yapılmadan rutin kan alma işlemi yapılmış. * İşlemden 5 dk önce, işlem sırası ve işlemden 5 dk sonra, bebeklerin ağrı ve stres değerlendirmeleri yapılmış. Kan alınma işleminden 5 dk sonra	* Anne sütü, prone pozisyonu ve emzik verme yöntemi uygulanan yenidoğanların ağrı ve stres puan ortalamalarının, işlem sırasında ve sonrasında kontrol grubundaki yenidoğanlardan daha az olduğu belirlenmiştir.

	ki etkisinin belirlenmesi		tekrar fiziksel ve vital bulguları değerlendirilmiştir.	
<p>* Elif Çopur</p> <p>*Yüksek Lisans Tezi</p> <p>*2022-İzmir</p> <p>* Arzu Tuna</p>	<p>* Yeni doğanlarda ağırlı işlemler sürecinde beyaz gürültü dinletilmesinin ve emzik uygulama sının ağrıya ve ağlama süresine etkisinin belirlenmesi.</p>	<p>* 60 term yenidoğan - Beyaz gürültü ve emzik grubu: 30</p> <p>*Kontrol grubu: 30</p>	<p>* Yenidoğanın, en sakin ve uyanık anında topuk kanı alımı yapılmış.</p> <p>* Deneysel ve kontrol grubunda işlem öncesi 5 dk kadar izlenerek sakinleşmesi beklenmiştir.</p> <p>* Deneysel gruba ultrasondan kalp atım sesi, dalga sesi, elektrikli süpürge sesi ve saç kurutma makinesi sesi olmak üzere 4 farklı sestten oluşturulan beyaz gürültü sesi işlemden 5 dk öncesinde 50 dB SPL de açılarak dinletilmiştir.</p> <p>* İşlem öncesi, sırası, sonrasında deneysel gruba toplamda 15 dk beyaz gürültü sesi dinletilmiştir.</p> <p>* Aynı zamanda deneysel grubundaki yeni doğana emzik verilmiştir.</p> <p>* Tüm yenidoğanların sağ ayak topuğundan topuk kanı alınmıştır. İşlem öncesi elle topuk okşanmış ve kan akımının hızlanması sağlanmıştır.</p>	<p>* Cerrahi geçirdikten sonra invaziv işlemler sırasında ağrı puanlarını azaltmak, kalp hızı-solunum hızı-vücut sıcaklığı gibi fizyolojik sonuçlarının olumlu etkilenmesi için sadece emzik vermek yerine beyaz gürültü sesi dinletmek ve bebeğe emzik vermenin daha etkili bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.</p>
<p>*Emine Özel</p> <p>*Yüksek Lisans Tezi</p> <p>*1998-İstanbul</p>	<p>* Preterm yenidoğanlarda gastrik yolla beslenme sırasında yalancı emzik kullanımı</p>	<p>* 38 preterm yenidoğan</p> <p>*Gestasyon haftası: 29-34</p> <p>*Yalancı emzik grubu: 20</p>	<p>* Deneysel gruba, günde 8 kez gastrik yolla beslenme sırasında her öğünün sonuna kadar 15-20 dk boyunca yalancı emzik uygulanmıştır.</p> <p>*Kontrol grubuna, yalancı emzik uygulanmaksızın günde 8 kez sadece gastrik yolla beslenme uygulanmıştır.</p>	<p>*Gastrik yolla beslenme sırasında yalancı emzik uygulanan grupta, kontrol grubuna oranla total oral beslenmeye daha erken geçtiği, daha fazla tartı aldıkları, taburculuk</p>

<p>* Sevim Savaşer</p>	<p>nın total oral beslenme ye geçiş süresine, tartı alımına ve taburculuk süresine etkisinin belirlenmesi.</p>	<p>*Kontrol grubu: 18</p>	<p>*İzlenen preterm yenidoğanlar, taburcu oluncaya kadar (en az 7 en fazla 55 gün) izlenmiş.</p> <p>*Her deney ve kontrol grubunda; vücut tartışı, total oral beslenmeye geçiş süresi ve hastanede kalış süresi izlenmiş.</p>	<p>sürelerinin kısaltıldığı tespit edilmiştir.</p>
<p>* Aynur Yıldız * Doktora Tezi *2009- Erzurum * Duygu Arıkan</p>	<p>* Prematüre bebeklere emzik verme ve ninni dinletme yöntemlerinin total oral beslenme ye geçiş süresi ve emme başarısı üzerine etkisinin değerlendirilmesi</p>	<p>*90 prematüre yenidoğan *Gestasyon haftası: 30-34 W *Emzik verme: 30 *Ninni dinletme: 30 *Kontrol grubu:30</p>	<p>* İlk gavajla beslenme öğününden başlayarak tam oral beslenmeye geçene kadar, her gün üç beslenme öğününde emzik grubuna emzik verme yöntemi, ninni grubuna ninni dinletme yöntemi uygulandı. Kontrol grubunda yer alan bebeklere hiçbir girişim uygulanmadı.</p> <p>*Emzik grubu: Beslenme işlemi başladığında bebeğe emzik verilerek emzik uygulaması başlatılmış, besin ögesi bittiği anda uygulama da sonlandırılmış. Bu uygulamaya prematüre bebek oral beslenmeye geçene kadar her gün üç beslenme öğününde devam edilmiş.</p> <p>*Ninni grubu: Kuvöz içinde bebeğin ayak ucuna, seçilen ninni CD çalarla bağlantılı hoparlör sistemi yerleştirilmiş. Prematüre bebek gavajla beslenmeye başladığı anda ninni dinletisi kuvöz içinde ses seviyesi 65 dB olacak şekilde başlatılmış, besin ögesi bitip beslenme işlemi sonlandığında dinleti de sonlandırılmış. Bu uygulamaya prematüre bebek oral beslenmeye geçene kadar her gün üç beslenme öğününde devam edilmiş.</p>	<p>* Emzik verme ve ninni dinletme yöntemlerinin kontrol grubuna göre total oral beslenmeye geçiş süresi ve hastanede kalış süresini kısalttığı, emme başarısını artırdığı tespit edilmiştir.</p>
<p>* Vildan Çelik * Yüksek Lisans Tezi</p>	<p>* Preterm bebeklere emzik verme yöntemlerinin tam anne</p>	<p>* 70 preterm yenidoğan * Gestasyon haftası: 30-34 W</p>	<p>*Her gün 09:00, 12:00 ve 15:00 saatlerindeki üç beslenme öğününde preterm bebeklerin emzirme öncesi, emzirme sırası ve kaşıkla beslenme sırasındaki kalp tepe atımı, solunum sayısı ve</p>	<p>* Kontrol ve deney gruplarında oral beslenmeye geçiş süresi ve vücut ağırlığı ortalamalarında fark bulunmamıştır.</p>

<p>* Erzurum - 2015</p> <p>* Aynur Aytekin</p>	<p>memesine geçiş ve emme başarısı üzerine etkisini belirlenmesi</p>	<p>* Emzik grubu: 34</p> <p>* Kontrol grubu: 36</p>	<p>oksijen saturasyonu değerleri kaydedilmiş.</p> <p>* Her gün ilk beslenme öğünü (saat 09.00 beslenmesi) öncesinde araştırmacı tarafından bebeğin tartılmasıyla günlük vücut ağırlığı takibi yapılmış. Yaşam bulguları, bebek tam anne memesine geçene kadar, vücut ağırlığı ölçümü ise bebek taburcu olana kadar takip edilmiş.</p>	<p>*Deney grubundaki preterm bebeklerin tam anne memesine geçiş ve taburculuk sürelerinin kısaldığı</p> <p>*Deney ve kontrol gruplarındaki preterm bebeklerin oral beslenmeye geçişte emme başarılarının benzer olduğu; oral beslenmeye geçtikten 48 saat sonra ve taburcu olamadan önceki emzirme öğününde deney grubunun emme başarısı, kontrol grubundan daha başarılı bulunmuştur.</p>
<p>* Ceren Çalık</p> <p>* Yüksek Lisans Tezi</p> <p>* 2016- Ankara</p> <p>* Figen Işık Esenay</p>	<p>* OG ile beslenen preterm bebeklerde emzik kullanımının, günlük kilo alımına, hastanede kalış süresine, günlük dışkılama sayısına, haftalık baş/boy artışına, oral alıma geçiş süresine, gastrik besin sindirimine (rezidü miktarı) ve kalp tepesi atımı, solunum ve kan basıncı</p>	<p>* 65 preterm yenidoğan</p> <p>* Gestasyonel hafta: 31-36 W</p> <p>* </p>	<p>* Kontrol grubu: Order edilen besine uygun, kliniğin OG ile beslenme uygulama rutinine göre beslenmiş.</p> <p>* Her gün ilk beslenme öğünü öncesinde araştırmacı tarafından hassas tartı ile bebeğin kilosu ölçülmüş, her üç besleme öğünü öncesinde araştırmacı tarafından enjektör ile preterm bebeğin rezidü miktarına bakılarak kaydedilmiş.</p> <p>* Her gün ardışık olmayan üç beslenme öğününde preterm bebeğin beslenme öncesi, esnasında ve sonrasında kalp tepesi atımı, kan basıncı, solunum sayısı ve oksijen saturasyonu, timpanik vücut ısısı ölçümü yapıp kaydedilmiş.</p> <p>Deney grubu: Her gün ilk beslenme öğünü öncesinde araştırmacı tarafından hassas tartı ile bebeğin kilosu ölçülüp kaydedilmiş.</p> <p>* “Preterm bebek nCPAP emziği” kullanılmış.</p> <p>* Beslenme işlemi başladığında emzik uygulaması başlatılmış,</p>	<p>* Emzik kullanılan preterm bebeklerde, kontrol grubuna göre günlük kilo alımının arttığı, oral beslenmeye geçiş süresinin kısaldığı, hastanede kalış süresinin azaldığı, beslenme süresinin kısaldığı, antropometrik ölçümlerde bir değişiklik yaratmadığı tespit edilmiştir.</p>

	gibi vital bulgulara etkisinin incelenmesi		besin ögesi bittiği anda uygulama da sonlandırılmış. * Her gün ardışık olmayan üç besleme öğünü öncesinde araştırmacı tarafından enjektör ile preterm bebeğin rezidü miktarı kaydedilmiştir. * Günlük her defekasyonlu bez hassas tartı ile defekasyon gramı tartılmış, günlük defekasyon sayısı kaydedilmiştir.	
* Merve Çakırlı *Doktora Tezi *2023-Kayseri Meral Bayat-Ayşe Neslihan Tekin	* Prematüre bebek oral motor müdahalesi (PIOMI) ve emzik girişiminin preterm bebeklerin tam oral beslenmeye geçiş süresine etkisinin değerlendirilmesi	*39 preterm yenidoğan *Gestasyon haftası: 29-34 W *Emzik grubu: 13 *PIOMI grubu: 13 *Kontrol grubu: 13	* Bebeğin 1. Ve 14.gün antropometrik ölçümleri yapılmış. * Girişimlerin 1. ve 14. Gününde bebeğin beslenme durumu hemşiresi tarafından değerlendirilmiştir. PIOMI Uygulanan Grup: Besleme saatinden 30 dk önce beş dk'lık PIOMI uygulanmış. Uygulama sırasında bebeğin negatif fizyolojik ve davranışsal ipuçları değerlendirilerek "Girişim Sırası Fizyolojik ve Davranışsal İpuçları İzlem Formu"na kaydedilmiştir. Negatif bir durumda girişim hemen sonlandırılmış. PIOMI, ardışık 14 gün boyunca günde bir kez uygulanmış. * Emzik Uygulanan Grup: 14 gün boyunca besleme saatinden bir saat önce üç dk, beslenmeden 10 dk önce iki dk olmak üzere toplam beş dk'lık emzik uygulanmış. * Kontrol Grubu: 14 gün boyunca beslenme saatinden yarım saat önce araştırmacı üzeri örtülü küvözün yanına giderek beş dk boyunca küvöz içinde ellerini tutmuş. * Oral almaya başladıklarında günde 2 beslemede bebeklerin ilk bir dk'da aldığı süt/mama miktarı kaydedilmiştir.	* PIOMI ve emzik uygulanan bebeklerin taburculuk süresinin, oral+orogastrik beslenmeye ve tam oral beslenmeye geçiş süresinin kontrol grubundaki bebeklerden daha kısa olduğu, ilk bir dakikada tükettiği besin miktarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

<p>* Emine Kapan</p> <p>* Yüksek Lisans Tezi</p> <p>* 2023-Ankara</p> <p>* Dilek Konukbaşı</p>	<p>* Preterm yenidoğanlarda Orogastrik Tüp yerleştirmeye işlemi sırasında oluşan ağrıyı azaltmada 3 farklı yöntemin ağrıyı azaltmada kietkinliğinin değerlendirilmesi</p>	<p>* 73 preterm yenidoğan</p> <p>* Gestasyon Haftası: 30-34 W</p> <p>* Anne sütü emzik grubu: 15,</p> <p>* Sukrozlu emzik grubu: 15,</p> <p>* Emzik grubu: 15</p> <p>* Kontrol grubu: 28</p>	<p>* Preterm yenidoğanlar video kamera ile OGT yerleştirme işlemi öncesi 5dk, işlem sonrası 5dk kayıt altına alınmıştır.</p> <p>* Emzik grubu: Orogastrik tüp takılma işleminden 2 dk öncesi preterm yenidoğana 2 dk boyunca emzik verilmiştir.</p> <p>* Anne Sütü Emzik Grubu: Orogastrik tüp takılma işleminden 2 dk öncesi preterm yenidoğana 2 dk boyunca anne sütü emzik verilmiştir.</p> <p>* Sukrozlu Emzik Grubu: Orogastrik tüp takılma işleminden 2 dk öncesi preterm yenidoğana 2 dk boyunca sukrozlu emzik verilmiştir.</p> <p>* Kontrol Grubu: Rutin orogastrik tüp takılma işlemi gerçekleştirilmiştir.</p>	<p>* Ağrılı bir girişim olan OGT yerleştirme işleminde emziğin tek, anne sütü veya sukroz ile kullanılmasının ağrıyı azaltmada etkili olduğu, en etkili yöntemin ise sukrozlu emzik olduğu, anne sütü emziğin ise ağrıyı daha hızlı azalttığı ve serebral oksijen satürasyonu artırdığı tespit edilmiştir.</p>
--	---	--	---	--

de ağrı ve stresi azaltmada kullanılabilir. Benzer şekilde Çopur'un çalışmasında (2022), beyaz gürültü dinletilmesi ve beraberinde emzik uygulamasının ağrıya ve ağlama süresinde ikisinin ortak kullanımının en etkili yöntem olduğu belirtilmiştir. Beyaz gürültü, preterm bebeklerin neonatal yoğun bakım ünitesinde (YYBÜ) karşılaştıkları stres faktörlerini yönetmeye yardımcı olabilen bir müdahale olarak araştırılmaktadır. Beyaz gürültü, bebeklerin çevresel seslere uyum sağlamalarına yardımcı olarak stres seviyelerini düşürür, uyku düzenlerini geliştirir ve genel rahatlık sağlar. Prematüre bebeklerde, beyaz gürültü özellikle ağrı azaltma ve rahatlama sağlama konusunda etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ancak, ses seviyelerinin dikkatlice kontrol edilmesi gerekir, çünkü yüksek desibeller işitme kaybına neden olabilir (Sibrecht vd., 2024). Çelik'in yaptığı başka bir çalışmada (2015), preterm bebeklerde emzik verme yönteminin tam anne memesine geçiş ve emme başarısında etkili olduğunu ve taburculuk süresini kısalttığını belirtmiştir. Farklı bir şekilde Özel çalışmasında (1998), gastrik yolla beslenme sırasında yalancı emzik uygulamasının, total oral beslenmeye geçişi hızlandırdığı, tartı alımını artırdığı ve taburculuk süresini kısalttığı sonucuna ulaşmıştır. Yapılan diğer lisansüstü çalışmasında Yıldız (2009), ninni dinletme ve besleyici olmayan emme uygulamasının total oral beslenmeye geçiş süresi ve hastanede kalış süresini kısalttığı, emme başarısını artırdığını tespit etmiş, aralarında fark bulamamıştır.

Sınırlılıklar

Yapılan derlemenin sınırlılıkları, term ve preterm yenidoğanlarda girişimsel bakımda besleyici olmayan emme ile ilgili lisansüstü tezlerin incelenmesinde YÖKTEZ' de yer alan çalışmaların sınırlı sayıda olması, sadece YÖKTEZ tarama motorundan ulaşılan lisansüstü tezlerin araştırmaların derlemeye dahil edilmesidir.

SONUÇ

Yapılan bu derlemede;

- Preterm ve term bebeklerde, besleyici olmayan emmenin, ağrıyı azaltmada etkili olduğu, stres düzeyini düşürdüğü, konfor düzeyini artırdığı,
- Besleyici olmayan emmenin en çok ağırlı işlemlerde kullanıldığı ve en çok dekstroz/sukroz ve anne sütü ile kullanıldığı,
- Besleyici olmayan emmenin, beyaz gürültü dinletilmesi kadar etkili olduğu,
- Preterm ve term bebeklerde, besleyici olmayan emme kullanımının total oral beslenmeye geçiş süresinde ve hastanede kalış süresinde önemli etkisi olduğu,
- Anne sütü ile kombine edilmiş besleyici olmayan annenin, sadece besleyici olmayan emmeye göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Apaydın Cırık, V., & Efe, E. (2020). A Limited Number of Studies Against Recommended Non Pharmacological Methods for Pain Relief During Orogastric Tube Insertion: A Review of Literature. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 12(2), 263-271. <https://doi.org/10.5336/nurses.201965005>
- Ceylan, M. (2023). Venöz kan alma işlemi sırasında parmak kuklası ile uygulanandikkati başka yöne çekme yönteminin çocukların ağrı düzeyi ve emosyonel göstergelerine etkisi / The effect of distraction method applied with finger puppet on pain level and emotional indicators of children during venous blood collection procedure [Master's Thesis]. Biruni Üniversitesi.
- Gao, H., Li, M., Gao, H., Xu, G., Li, F., Zhou, J., Zou, Y., & Jiang, H. (2018). Effect of non-nutritive sucking and sucrose alone and in combination for repeated procedural pain in preterm infants: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 83, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.04.006>
- Gündoğdu Karakaya, A. (2022). Yenidoğanlarda Ağrının Azaltılması ve Konforun Sağlanmasında Kullanılan Nonfarmakolojik Yöntemler. *UNIKA Journal of Health Sciences*, 2. <https://doi.org/10.47327/unikasaglik.57>
- Kurt Sezer, H., & Küçükoğlu, S. (2020). Preterm Bebeklerde Oral-Motor Fonksiyonların Gelişimini Destekleyici Uygulamalar. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 8(1), 141-149. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.628649>
- Li, L., Liu, L., Chen, F., & Huang, L. (2022). Clinical effects of oral motor intervention combined with non-nutritive sucking on oral feeding in preterm infants with dysphagia. *Jornal de Pediatria*, 98(6), 635-640. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2022.02.005>
- Ostadi, M., Jokar, F., Armanian, A.-M., Namnabati, M., Kazemi, Y., & Poorjavad, M. (2021). The effects of swallowing exercise and non-nutritive sucking exercise on oral feeding readiness in preterm infants: A randomized controlled trial. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 142, 110602. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110602>
- Park, J. (2012). Feeding Outcomes in Very Preterm Infants: Preliminary Effects of Positioning [The University of North Carolina at Chapel Hill]. Doctoral Thesis
- Peng, H.-F., Yin, T., Yang, L., Wang, C., Chang, Y.-C., Jeng, M.-J., & Liaw, J.-J. (2018). Non-nutritive sucking, oral breast milk, and facilitated tucking relieve preterm infant pain during heel-stick procedures: A prospective, randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 77, 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.10.001>
- Pineda, R., Dewey, K., Jacobsen, A., & Smith, J. (2019). Non-Nutritive Sucking in the Preterm Infant. *American Journal of Perinatology*, 36(03), 268-276. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667289>
- Pinelli, J., & Symington, A. J. (2005). Non-nutritive sucking for promoting physiologic stability and nutrition in preterm infants. *Çinde The Cochrane Collaboration (Ed.), Cochrane Database of Systematic Reviews (s. CD001071.pub2)*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001071.pub2>
- Sibrecht, G., Wróblewska-Seniuk, K., & Bruschetti, M. (2024). Noise or sound management in the neonatal intensive care unit for preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2024(5). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010333.pub4>
- Tian, X., Yi, L.-J., Zhang, L., Zhou, J.-G., Ma, L., Ou, Y.-X., Shuai, T., Zeng, Z., & Song, G.-M.

(2015). Oral Motor Intervention Improved the Oral Feeding in Preterm Infants: Evidence Based on a Meta-Analysis With Trial Sequential Analysis. *Medicine*, 94(31), e1310.

<https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001310>

Westemeyer, R., Hines, M., Martens, A., & Zimmerman, E. (2024). The association between infant non-nutritive suck and oral motor development. *Infant Behavior and Development*, 77, 101993.

<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2024.101993>



BAKIRÇAY

ÜNİVERSİTESİ

BİR DİLEMMA: YAPAY ZEKÂNIN GÜCÜ & AGEISM

Kamer Gül Sürücü^{1,*}, Songül Duran²

¹ İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yaşlı Sağlığı Tezli YL. İzmir, Türkiye,
kameersurucu@gmail.com

² İzmir Demokrasi Üniversitesi, Yaşlı Sağlığı ABD, İzmir, Türkiye,
songul.duran@gmail.com

Başlıca yazar: kameersurucu@gmail.com

ÖZET

Amaç: Yaş ayrımcılığı diğer bir deyiş ile ageism, kronolojik yaş temelindeki klişeleri, önyargıları ve ayrımcılığı ifade eder. Yaş ayrımcılığı, kişiyi hayat boyu etkileyerek sağlık ve sosyal alanlar dahil olmak üzere birçok hizmet ve sektörde karşımıza çıkmaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda yapay zekâ; sağlık, eğitim, istihdam, finans, hukuk gibi sektörler üzerindeki etkileri ile dünyamızı değiştirerek neredeyse tüm alanlara hükmetmeye başlamıştır.

Yapay zekânın sağlamış olduğu tüm pratik uygulamalara ve faydalı özelliklerine rağmen ayrımcılık unsurlarını içerdiği fark edilmiştir. Dijitalleşme ve yapay zekâ pratikleri *ageism*in görülmeye başladığı alanlar arasında yer almaktadır. Yapay zekâ sistemleri, toplumun örtük ve açık ön yargılarını yansıtan veriler kullanılarak gelişmekte ve bunun sonucunda cinsiyetçilik, ırkçılık, ötekileştirme gibi çeşitli ayrımcı unsurlar ile kişinin hizmet erişimini, kalitesini ve etkinlik alanını azaltabilmektedir.

Kullanılan teknolojilerin tarafsızlığının tartışıldığı ve kanıtlandığı, her alanda veri ve tercih sunan yapay zekâ, belirli insan gruplarına karşı önyargılı algoritmalar geliştirmektedir. Yaş ayrımcılığına yeni bir boyut kazandırırken doğrudan veya dolaylı erişim risklerini barındıran yapay zekâ algoritmalarındaki hatalı varsayımlar, herhangi bir önyargıyı zamanla güçlendirebilir. Koşullu yapay zekâ, dijital stereotipler yaratarak ayrımcılığı dijital ortamlara ve algoritmalara taşımaktadır. Yapay zekânın ayrımcılık temelini toplumsal yansıma olarak görmek ve sorunun kaynağının ise toplumsal ayrımcılık olduğunu görmek gerekir. Taraflı ve önyargılı algoritmaların potansiyellerinden eşit şekilde yararlanabilmek için evrensel değerlerle örtüşmesi gerekmektedir. Bu çalışma yapay zekadaki yaşlı ayrımcılığını konu almıştır.

Gereç - Yöntem: Çalışmamız, yaşlı ayrımcılığının görülmeye başladığı yapay zekâ ve algoritmalar üzerindeki etkileri ele alan araştırmalara ve makalelere dayanmaktadır.

Bulgular: Süreçleri hızlandıran ve kolaylaştıran yapay zekâ, sağlamış olduğu tüm pratik uyarlamalara rağmen yaşlılara yönelik ayrımcı unsurlar içermektedir. Sosyal önyargıları ve eşitsizlikleri artırabilecek uygulamalar dijital bölünmeler yaratmaktadır. Yapay zekada görünmez kullanıcılar olarak değerlendirilen yaşlılar, dijital uçurumun eşiğindedir. Yapay zekânın dijital sınıflar yaratmak yerine her yaştan insana tarafsız verilerle hizmet sunması gerekmektedir.

Sonuç: Yapay zekâ her alanda ve her yaştan insanı etkilerken, dijitalleşen ve otomatikleşen dünyada, insan haklarının ve evrensel değerlerin uygulanabilir olduğu teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaş ayrımcılığı, Yapay zekâ, Yaşlı, Ayrımcılık

A DILEMMA: THE POWER OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE & AGEISM

ABSTRACT

Objectives: Age discrimination, or ageism, refers to stereotypes, prejudices, and discrimination based on chronological age. Ageism can affect a person throughout their life, appearing in various services and sectors, including health and social services. In the current century, artificial intelligence has begun to dominate almost

every field, transforming our world with its impact on sectors such as healthcare, education, employment, finance, and law.

Despite all the practical applications and beneficial features provided by artificial intelligence, it has been recognized that it contains elements of discrimination. Digitalization and AI practices are among the areas where ageism is becoming visible. AI systems are developed using data that reflect society's implicit and explicit biases, and as a result, they can reduce an individual's access to services, quality of services, and effectiveness in various areas due to discriminatory elements such as sexism, racism, and marginalization.

Artificial intelligence, which provides data and preferences in every field, has been discussed and proven to be neutral, yet it develops biased algorithms against certain groups of people. While adding a new dimension to age discrimination, the faulty assumptions in AI algorithms, which carry the risks of both direct and indirect access, can strengthen any bias over time. Conditional AI creates digital stereotypes, transferring discrimination to digital environments and algorithms. AI's foundation of discrimination should be seen as a societal reflection, with the source of the problem being societal discrimination itself. In order to equally benefit from the potential of biased and prejudiced algorithms, they must align with universal values. While AI affects people of all ages and in all fields, in a digitalizing and automating world, there is a need for technologies where human rights and universal values are applicable. This study was conducted to detect age discrimination in artificial intelligence.

Materials - Methods: Our study is based on research and articles examining the effects of artificial intelligence and algorithms where age discrimination against older individuals has begun to emerge.

Findings: While artificial intelligence accelerates and facilitates processes, it still contains discriminatory elements against older individuals despite its practical adaptations. Applications that could amplify social prejudices and inequalities contribute to digital divides. Older individuals, often regarded as invisible users in AI, stand at the brink of the digital divide. Rather than creating digital classes, AI should provide services to people of all ages using impartial data.

Conclusion: As AI affects individuals of all ages in every field, there is a growing need for technologies in the digitalized and automated world that uphold human rights and universal values.

Key Words: Ageism, Artificial intelligence, Elderly, Discrimination

GİRİŞ

Yapay zeka, öğrenme ve akıl yürütme yeteneğinde olağanüstü ilerlemeler kaydetmiş ve bu nedenle "en hızlı gelişen teknoloji" olarak tanımlanmıştır (Brown, 2020). İçinde bulunduğumuz yüzyılda yapay zeka; sağlık, eğitim, istihdam, finans, hukuk gibi sektörler üzerindeki etkileriyle dünyamızı değiştirerek neredeyse tüm alanlara hükmetmeye başlamıştır.

Süreçleri hızlandıran ve kolaylaştıran, iş yükünü hafifleten yapay zeka, sağlamış olduğu tüm pratik uyarlamalara rağmen ayrımcılık unsurlarını da içermektedir. Dijitalleşme ve yapay zeka pratikleri ageismın görülmeye başladığı alanlar arasında yer almaktadır. Yapay zeka sistemleri, toplumun örtük ve açık önyargılarını yansıtan veriler kullanılarak gelişmekte ve bunun sonucunda cinsiyetçilik, ırkçılık, ötekileştirme gibi çeşitli ayrımcı unsurları içermektedir.

TDK (2024) yapay zekayı şu şekilde tanımlamaktadır: *Bir bilgisayarın, bilgisayar kontrolündeki bir robotun veya programlanabilir bir aygıtın insana benzer biçimde algılama, öğrenme, fikir yürütme, karar verme, sorun çözme, iletişim kurma vb. işlevleri sergileyebilme yeteneğidir.* Bu tanımdan yola çıkılarak yapay zekadaki ayrımcılığın nedeni toplumsal yansıma olarak değerlendirmek yanlış olmaz çünkü yaşçılık, önyargılı tutumlar olarak kavramsallaştırılan toplumsal bir önyargıdır. Bu nedenle sorunun gerçek kaynağını oluşturan toplumdaki ayrımcılığın sonlandırılması gereklidir.

Yapay zeka teknolojileri genellikle karar vermeyi desteklemek veya tamamen otomatikleştirmek için tahminlerde bulunan algoritmalara dayanır. Yapay zekayı bu şekilde kullanmanın temel hedefleri arasında verimliliği artırmak yer alır. Çünkü yapay zekanın pratiğinde sınırlı kaynakları etkin şekilde kullanmak yatar. Teknolojik ilerlemeler ve yapay zekanın artan hakimiyeti, teknolojinin küresel ölçekte yaşlı nüfusun üzerindeki etkilerinin incelenmesi için bir gereklilik uyandırmıştır (Dawson ve ark., 2019; Mehrabi ve ark., 2021). Mevcut araştırmalar, yapay zekadaki önyargıları büyük ölçüde irkî ve cinsiyet önyargıları üzerine yoğunlaştırmış ve bunun sonucunda ortaya çıkan ciddi sonuçlara odaklanmıştır (Zhavoronkov ve ark., 2019); ancak yapay

zekadaki yaşa dayalı önyargılara (yaşlılık olarak bilinen) çok az dikkat edilmiştir bu nedenle mevcut literatürde yaşa dayalı araştırmalar oldukça kısıtlıdır (Butler, 1969).

Yaşlı yetişkinlerin homojen bir grup olarak algılanması, yaşlı insanların ince farklılıkları olan ihtiyaçlarını tanımama sonucunu doğurmaktadır. Bilgi teknolojisinin büyük bir kısmı, yaşlılara yönelik olumsuz stereotipler mevcuttur. Yaş ayrımcılığı bilinçli bir şekilde ele alınmadığı sürece yaşlılar dijital uçurumun eşiğine sürüklenmektedir.

AMAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma mevcut literatür ile yapay zekanın ve dijital teknolojilerin yaş ayrımcılığına etkisini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Nitel araştırma deseni kullanılarak yapılan bu çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılarak araştırma verileri toplanmıştır.

Kapsam

Araştırmada Türkiye’de ve Dünyada yazılan çeşitli makalelerden yararlanılmıştır.

Sınırlılıklar

Araştırma sadece ulaşılabilen kaynaklar kullanılarak yazılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

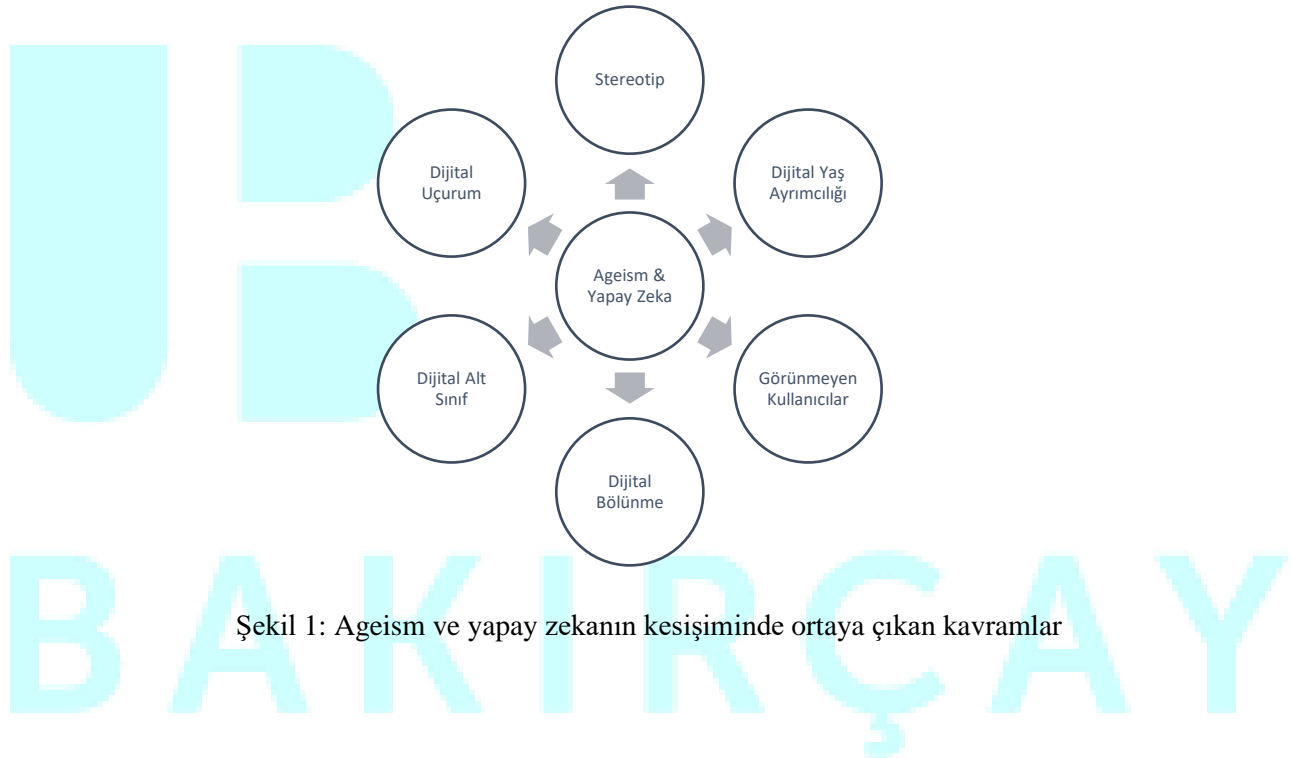
Yaşa dayalı ayrımcılığın dijital alanlarda görülmeye başlanması literatüre yeni kavramlar kazandırmıştır. Dijital yaş ayrımcılığı da bu kavramlardan biridir. Dijital yaş ayrımcılığı, yaş ayrımcılığının teknolojik tasarımlar ve sosyo-ekonomik yapıların, sistematik yaş ayrımcılığını nasıl üretebileceğine, sürdürebileceğine veya artırabileceğine işaret eder (Billette ve ark., 2012; Chu ve ark., 2022; Nyrup ve ark., 2023). Dijital yaş ayrımcılığı, teknolojilerin kasıtlı ya da kazara yaşlı yetişkinleri dışlaması, genç yetişkinleri önceliklendirmesi veya yaşlı yetişkinlerin çeşitli ihtiyaçlarını tanımaması durumunda ortaya çıkar. Dijital yaş ayrımcılığına katkıda bulunabilecek faktörler arasında yaşlı yetişkinlerin geliştirme veya tasarım süreçlerinden dışlanması yaşlılar ve gençler arasındaki eşitsiz güç dinamiklerinin yeniden üretilmesi ve yaşlılara uygun şekilde optimize edilmemiş algoritmaların ve ürünlerin ortaya çıkması yer almaktadır. Tüm bu süreçler, yaşlı yetişkinlerin dijital teknolojileri ve hizmetleri kullanma isteklerini olumsuz açıdan etkileyebilir. (Giucidi;2018; Guégan ve Hassani, 2018; Rosales ve Fernandez-Ardévol, 2019). Bu olumsuz etkilenme seçili demografik grubun ihtiyaçlarını anlaşılmasına ve dijital yaş ayrımcılığının daha da pekişmesine yol açabilir. Bilgi teknolojisinin büyük bir kısmı, yaşlı yetişkinler için sağlık ve kronik hastalık yönetimini hedeflemektedir (Mannheim ve ark., 2019). Yaşlı yetişkinlerin sağlıksız oldukları ve sağlık koşullarını yönetmenin, teknolojiyi kullanmayı ve faydalanmayı istemelerinin tek nedeni olduğuna yönelik varsayımlar yaşlılara yönelik olumsuz stereotipleri pekiştirebilir.

Dijital ortamdaki yaşlı yetişkinleri dışlanmışlığı bir "fiziksel-dijital bölünme" yaratmıştır. Dijital bölünme kavramı, bir grubun çevrelerinde kullanılan teknolojilerle etkileşime giremedikleri için dışlanmış hissetmesi durumunda ortaya çıkar (Ball ve ark., 2017). Yaşlı yetişkinlerin dijital platformların geliştirilmesi ve kullanımından sosyal olarak dışlanması, yapay zekada yaşa dayalı önyargıyı gösteren verilere yol açmaktadır (Rosales & Fernández-Ardévol, 2020; Wilkinson & Ferraro, 2002). Yaşlı yetişkinlerin "gerileyen", beceriksiz ve teknoloji konusunda genç insanların rehberliğine ihtiyaç duyan homojen bir grup olduğu yönünde yanlış bir kanaat vardır (Mannheim ve ark., 2019). Bu paternalist stereotipler ve küçümseyici duygular, sözde pozitif ayrımcılığa katkıda bulabilmektedir (Binstock, 1983) ve bu durum, yaşlı yetişkinler tarafından pekiştirilip içselleştirilebilir (Vervaecke & Meisner, 2021). İçselleştirilmiş olumsuz stereotipler, yaşlı yetişkinlerin bilişsel, psikolojik ve sosyal performanslarında düşüş yaşamasına neden olabilir. Ayrıca, yapay zekanın giderek daha yaygın hale geldiği bir toplumda, yaşlı yetişkinler dijital bölünme nedeniyle daha fazla sosyal dışlanma ve gerileme riskiyle karşı karşıya kalmaktadırlar (Rosales & Fernández-Ardévol, 2020). Teknolojinin ilerlemesiyle, bu yaşlanan nüfus ile bilgi teknolojilerine erişimi olanlar ve olmayanlar arasındaki farkın veya ayrımın büyüme riski artmaktadır (Srinuan & Bohlin, 2011).

Yaşlı yetişkinler teknoloji kullanımı konusunda daha fazla sayıda olsalar da (Anderson ve ark., 2017) ve teknoloji kullanımından fayda sağlasalar da (Anguera ve ark., 2017; Cotten ve ark., 2011; Czaja ve ark., 2018;

Decker ve ark., 2019; Harerimana ve ark., 2019), bilgisayar ve internet erişimi en düşük olan yaş grubu olmaya devam etmektedirler.

Dijital teknolojilerdeki ayrımcılıklar yaşlı yetişkinler *görünmeyen kullanıcılar* olarak tanımlanmalarına neden olmaktadır ve bu da yaşlıların teknoloji tasarım süreçlerinden dışlanarak çıkarlarının ve değerlerinin görünmez hale gelmesine yol açmakta (Kanstrup & Bygholm, 2019; Rosales & Fernández-Ardévol, 2019) ve yaşlı yetişkinlerin perspektifleri, teknoloji tasarımı veya ürün geliştirme sırasında görmezden gelinmeleri veya yanlış bir şekilde değerlendirilmelerine neden olmaktadır. Charness'ın (1990, 1992, 2009, 2020) araştırması, algı, bilişsel yetenekler ve psikomotor becerilerdeki yaşa bağlı değişikliklerin dikkate alınmaması nedeniyle kişisel-sistem uyumsuzluğunun oluştuğunu ve bunun yaşlı yetişkinlerin düşük benimseme oranları ve suboptimal kullanıcı deneyimlerine neden olduğunu vurgulamaktadır. Bu uyumsuzluğun etkisi, toplumun teknoloji kullanımına geçişiyle zamanla daha da artacak ve yaşlı yetişkinler, teknolojiyle donatılmış bir dünyadan daha da uzaklaşacaktır.



Şekil 1: Ageism ve yapay zekanın kesişiminde ortaya çıkan kavramlar

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Birleşmiş Milletler (BM) tarafından yayınlanan bir raporda, yaşlılıkla mücadele için acil eylem çağrısında bulunmaktadır, çünkü bunun refah, erken ölüm ve yüksek sağlık maliyetleri üzerinde olumsuz etkileri vardır (DSÖ ve BM, 2021). DSÖ ve BM (2021) raporunda belirtildiği gibi, sınırlı sağlık kaynakları bazen yaşa göre tahsis edilmektedir; bu da bir bireyin yaşının, gerekli sağlık müdahalesi alıp almayacağını etkileyebileceği anlamına gelmektedir. Yapay zekadaki önyargıların acil müdahale gerektiren kritik bir problem olarak kabul edilmesiyle birlikte, yapay zekada yaşa dayalı önyargıları önlemek ve ele almak için kanıta dayalı stratejilere yatırım yapmak önemlidir.

Geliştirecek stratejiler, bu önyargıyı hafifletmeye ve sosyal eşitliği ilerletmeye yardımcı olacak hukuki düzenlemeleri ve sosyal politikaları içermelidir.

SONUÇ

“Çevreden algılar alan ve bu çevreyi etkileyen eylemler gerçekleştiren akıllı ajanlar” olarak tanımlanan yapay zekanın (Russell ve Norvig, 2020) yaşlı yetişkinler için tarafsız yargı sağlayabilme kapasitesi sorgulanmaya başlamıştır. Kamusal ve özel kaynaklardan toplanan verilerle şekillenen yapay zeka, önyargılı inançlar, eylemler ve yasalardan kaynaklanan toplumsal eşitsizliklerle alt yapısını oluşturmaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin faydalı bir rol oynamasını sağlamak için, yaş ayrımcılığının belirlenmesi ve tasarım, geliştirme, kullanım ve değerlendirmelerinden ageismın çıkarılması gerekir. Ancak gerekli özen gösterilmez

ise yapay zeka teknolojileri toplumda zaten var olan yaşlı ayrımcılığını artırabildiği gibi, yaşlıların aldığı sağlık ve sosyal hizmetlerin kalitesini de düşürebilir ve dijital erişimin önündeki mevcut engelleri daha da derinleştirerek yaşlıların dijital alt sınıf olarak algılanmasına neden olacaktır. Yapay zekanın dijital sınıflar yaratmak yerine her yaşta insana tarafsız verilerle hizmet sunması gerekir. Dijitalleşen ve otomatikleşen dünyada, insan haklarının ve evrensel değerlerin uygulanabilir olduğu ve tüm yaş gruplarını eşit şekilde kucaklayan teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ageism in artificial intelligence for health: WHO policy brief , World Health Organization 2022.
- Ajunwa, I. (2018). How artificial intelligence can make employment discrimination worse. *The Independent*.
- Ajunwa, I. (2019). Beware of automated hiring. *The New York Times*.
- Anguera, J. A., Gunning, F. M., & Areán, P. A. (2017). Improving late life depression and cognitive control through the use of therapeutic video game technology: A proof-of-concept randomized trial. *Depression and Anxiety*, 34(6), 508–517. doi:10.1002/da.22588
- Angwin, J., Kirchner, L., Larson, J., & Mattu, S. (2016). Machine bias: There's software used across the country to predict future criminals. And it's biased against blacks. ProPublica.
- Baum, F., Newman, L., & Biedrzycki, K. (2014). Vicious cycles: Digital technologies and determinants of health in Australia. *Health Promotion International*, 29(2), 349–360.
- Billette V, Lavoie JP, Séguin AM et al., (2012) Réflexions sur l'exclusion et l'inclusion sociale en lien avec le vieillissement. L'importance des enjeux de reconnaissance et de redistribution. *Frontières* 25(1):10–30.
- Binark, M., (2020) “Eşitsizliklerin yeniden tezahürü: Dijital eşitsizlikler ve yaşlı bireyler.”, *Cogito*, 98, 165-173.
- Brown, P. (2020). Artificial intelligence: The fastest moving technology. *New York Law Journal*. <https://www.law.com/newyorklawjournal/2020/03/09/artificial-intelligence-the-fastest-moving-technology/>
- Butler, R. N. (1969). Age-ism: Another form of bigotry. *The Gerontologist*, 9(4), 243–246. doi:10.1093/geront/9.4_part_1.243
- Charlene H. Chu and others, (2022). “Digital Ageism: Challenges and Opportunities in Artificial Intelligence for Older Adults.” *The Gerontologist* cite as: *Gerontologist*, 2022, Vol. 62, No. 7, 947-955.
- Charness, N., & Boot, W. R. (2009). Aging and information technology use: Potential and barriers. *Current Directions in Psychological Science*, 18(5), 253–258. doi:10.1111/j.1467-8721.2009.01647.x
- Charness, N., Yoon, J. S., & Pham, H. (2020). Designing products for older consumers: A human factors perspective. In *The aging consumer* (pp. 215–234). Routledge. doi:10.4324/9780429343780
- Charness, N., & Bosman, E. A. (1990). Human factors and design for older adults. In Birren J. & Schaie W. (Eds.) *Handbook of the psychology of aging* (3rd edition), 446–464. Academic Press.
- Charness, N., & Bosman, E. A. (1992). Age and human factors. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 495–551). Erlbaum.
- Chu, C. H., Biss, R. K., Cooper, L., Quan, A. M. L., & Matulis, H. (2021). Exergaming platform for older adults residing in long-term care homes: User-centered design, development, and usability study. *JMIR Serious Games*, 9(1), e22370.
- Datta, A., Tschantz, M. C., & Datta, A. (2015). Automated experiments on ad privacy settings. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 2015(1), 92–112.
- Díaz, M., Johnson, I., Lazar, A., Piper, A. M., & Gergle, D. (2018). Addressing age-related bias in sentiment analysis. In *Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing*
- Global report on ageism. Geneva: World Health Organization; 2021. Erişim adresi <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/demographic-change-and-healthy-ageing/combating-ageism/global-report-on-ageism>
- Oğuz-Özgür, H. & Özkul, M. (2022). “Risk toplumunda kuşakların yeni şiddet deneyimi: Dijital şiddet.” *Turkish Studies*, 17(3), 551-568.
- Pilotto A, Boi R, Petermans J. (2018). Technology in geriatrics. *Age Ageing*; 47(6):771–4.
- Rosales, A., & Fernández-Ardèvol, M. (2019). Structural ageism in big data approaches. *Nordicom Review*, 40(s1), 51–64. doi:10.2478/nor-2019-0013
- Rosales, A., & Fernández-Ardèvol, M. (2020). Ageism in the era of digital platforms. *Convergence* (London, England), 26(5–6), 1074–1087. doi:10.1177/1354856520930905
- Russell, S. J., Norvig, P., & Davis, E.

(2010). Artificial intelligence: a modern approach. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall systems, Montreal, Quebec, Canada, 1–14.

World Health Organization & United Nations. (2021). Ageism is a global challenge: UN. Erişim adresi <https://www.who.int/news/item/18-03-2021-ageism-is-a-global-challenge-un>

World report on ageing and health. Geneva: World Health Organization; 2015. Erişim adresi https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/186463/9789240694811_eng.pdf?sequence=1



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

DİJİTAL HASTANE SİSTEMLERİNİN SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MEMNUNİYETİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlayda İnce^{1,*}, Tarık Semiz²

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,

6004012@bakircay.edu.tr

²İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi, İzmir, Türkiye,

tarik.semiz@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 6004012@bakircay.edu.tr

ÖZET

Bilgi çağının başlamasıyla hayatımızın her anına tesir eden ve bizi her alanda yönlendiren teknolojik gelişmeler sağlık sektöründe de kendini göstermektedir. Sağlık ve sağlık hizmetlerinde etkisini hissettiren bu teknolojilerin internet kullanımının da yaygınlaşmasıyla hastane içindeki işleyişin daha iyi bir noktaya gelmesine imkân sağlamıştır. Gelişen bilgi ve teknoloji hasta memnuniyetini, kurumun verimliliğini ve kaliteyi arttırıp, maliyetin düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Bugün hastanelerde teknolojinin üst seviyede kullanılması sisteme fayda sağlayarak, dijital hastane kavramının güçlenmesine ve benimsenmesine katkı sağlamaktadır. Türkiye'de sağlıklı dijitalleşme inceleyen araştırmaların bulgularında sağlıkta dijitalleşmenin hastalar, çalışanlar, sağlıklı bireyler ve kurumlar için olumlu etkilerinin olduğu fakat bazı sorun ve aksaklıklarında yaşandığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada Türkiye'de 2003 ve 2023 yılları arasında yayınlanmış sağlıkta dijitalleşme ve dijital hastane sistemleri konulu araştırmaların incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Dijital Hastane, Memnuniyet, Çalışan Memnuniyeti

ABSTRACT

With the onset of the information age, technological developments that affect every moment of our lives and direct us in every field are also evident in the health sector. These technologies, which make their impact in health and healthcare services, have enabled the functioning of the hospital to improve with the widespread use of the internet. Developing information and technology increases patient satisfaction, institutional efficiency and quality, and contributes to reducing costs. Today, the use of technology at a high level in hospitals benefits the system and contributes to the strengthening and adoption of the digital hospital concept. The findings of studies examining digitalization in health have shown that digitalization in health in Turkey has mostly positive effects for institutions, employees, patients and healthy individuals, but some problems and disruptions have also been experienced. This study aimed to examine research on digitalization in healthcare and digital hospital systems published in Turkey between 2003 and 2023.

Key Words: Digitalization, Digital Hospital, Satisfaction, Employee Satisfaction

GİRİŞ

Dijital dönüşüm, topluma ve sağlık sektörüne fayda sağlamak için kullanılan dijital teknoloji değişikliklerini ifade eder. Sağlık sistemlerinin, sağlık hizmeti sunumunu iyileştirmek ve tıbbi sorunlarda iyileşme sağlamak amacıyla yenilikçi çözümler için dijital teknolojiyi kullanması gerekiyor. Sağlık hizmetlerinin dijital dönüşümü, internet, dijital teknolojiler ve bunların yeni tedavilerle ilişkileri ve daha iyi sağlık yönetimi prosedürlerine yönelik en iyi uygulamalarla ilgili değişiklikleri içerir.

**Bu çalışma, TEZ.2023.03(Yüksek Lisans Tez Projeleri) koduyla BAP tarafından desteklenmektedir.

Toplanan büyük miktardaki verilerin kalite kontrolü, hastaların refahının iyileştirilmesine ve hizmetlerin maliyetinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Dijital teknolojiler tıp eğitimini de etkileyecek ve uzmanlar insanları eğitmenin yeni yollarını aratacak. Artık bu şekilde uygulayıcılar yeni fırsatlarla karşılaşacak (Stoumpos vd., 2023). Dijital dönüşüme katkıda bulunan bazı teknolojiler arasında nesnelerin internetinin dijital platformu, bulut bilişim ve yapay zekâ yer alıyor. Aynı zamanda toplumun en çok etkilenen sektörleri telekomünikasyon, finansal hizmetler ve sağlıktır. Dünyada ve ülkemizde yürütülen dijitalleşme ile ilgili literatürden elde edilen bilgiler paylaşılmış, bu bilgiler ışığında dijital hastane sistemlerinin sağlık çalışanlarının memnuniyeti üzerine etkisi incelenen çalışmalar ile tespit edilmiştir.

Literatür

Dijital hastaneler, hasta sağlık hizmeti kalitesini ve güvenliğini artırmak için PACS, Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS), dijital tıbbi kayıtlar, barkod ve RFID teknolojileri, mobil ve tablet bilgisayarlar ve diğer çeşitli bütünleşmiş hizmetlerden yararlanan sağlık tesisleridir.

"Dijital hastaneler, teknolojik sistem ve modüllerin çeşitli süreçlere entegre edilmesiyle sağlık kurumlarındaki dijital dönüşümün temsilidir. Dijital hastane, hasta bakımını geliştirmek, hastane operasyonlarını optimize etmek ve genel verimliliği artırmak için dijital teknolojilerin ve veri analitiğinin sağlık sistemlerine entegrasyonunu ifade eder (Riis ve vd. 2023). Bu kavram, hasta yatışlarını simüle etmek, potansiyel olarak önlenebilir hastaneye yatışları tahmin etmek ve çeşitli tıbbi durumlar için kapsamlı dijital fenotipler geliştirmek için dijital ikizlerin, tahmine dayalı analitiklerin ve açıklanabilir yapay zekânın kullanımını içerir (Zheutlin ve vd. 2021; Pan ve diğerleri, 2021, Ouyang ve vd. 2022). Dijital bir hastanede hastalar, tıbbi kayıtlarına çevrimiçi olarak erişebilir ve sağlık hizmeti sağlayıcılarıyla güvenli mesajlaşma veya video konferans aracılığıyla iletişim kurabilir. Uzaktan hasta izleme ve yüz yüze randevu ihtiyacını azaltır. Dijital hastaneler, daha kişiselleştirilmiş bakım sunarak ve sağlık hizmeti sağlayıcılarının daha bilinçli kararlar vermesini sağlayarak hasta sonuçlarını iyileştirebilir. Ayrıca idari görevleri kolaylaştırarak ve fiziksel altyapı ihtiyacını azaltarak verimliliği artırabilir ve maliyetleri azaltabilirler.

Dijital hastane olabilmek için elektronik istem sistemlerinin kullanılması, doktor ve hemşireler için klinik karar destek sistemlerinin kullanılması, kapalı devre ilaç yönetimi, sağlık kurumları arasında veri paylaşımı gibi belirli koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir.

ARAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Türkiye'de 2003 ve 2023 yılları arasında yayınlanmış sağlıkta dijitalleşme ve dijital hastane sistemleri konulu araştırmaların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada temel araştırma yöntemleri ve doküman inceleme metodu kullanılmıştır. İncelenen araştırmalar Yök-Tez, Google akademik scispace internet sitesinde dijitalleşme ve dijital hastane sistemleri kelimeleri ile aratılmış 109 araştırma bulunup sağlıkta dijitalleşme ve dijital hastane sistemleriyle ilgili 13 çalışma belirlenmiştir. Araştırmaya dahil edilen 13 çalışma yayın yılları araştırma yöntemi, örneklem grubu, veri toplama aracı, bulgular ve sonuçlarına göre incelenip analiz edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmalarda daha çok nitel yöntem fenomenoloji ve nicel yöntem tarama yöntemi kullanılmıştır. Araştırmaların çoğu kamuya bağlı sağlık kurumlarında gerçekleştirilirken 2 tanesi özel hastanede yapılmıştır. Çalışmalar genellikle hastanelerdeki sağlık çalışanlarından farklı meslek mensuplarına uygulanmıştır. Makalelerde özellikle kâğıt israfının önlenmesi, bakım süresinin azalması, iş yükünün azalması, iş akışlarının, mali ve idari işlerin daha düzenli hale geldiği çalışanların performansının arttığı görülmüştür.

Tablo 1. Çalışmaların Yöntem, Ölçme aracı ve Sonuçlarına Göre Dağılım

Kod	Yazar	Çalışmanın Adı	Yöntem ve Ölçme Aracı	Çalışmanın Yapıldığı Yer	Sonuç
Ç1	Alacadağlı 2019	E-sağlık Uygulamalarının Sağlık Sektöründeki Mevcut Durumunun ve Sağlık Hizmetlerine Etkilerinin İncelenmesi	Nitel Yöntem Fenomenoloji 15 kişiye Mülakat yapılmıştır.	Türkiye'nin farklı şehirlerindeki sağlık çalışanları	Sağlık personellerinin dijital sağlık sistemlerini aktif olarak kullandıkları belirlenmiştir. Dijital sağlık uygulamaları personele hastalara ve hizmet sunumuna katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.
Ç2	Volkan 2019	Dijital Hastane Çalışmalarının Yatan Hasta İşlemlerinde Hemşirelik Bakım Hizmetlerinin Süresine Etkisini Belirlemek ve Yatan Hasta İşlemlerinde Sağladığı Kâğıt Tasarrufunu Ortaya Koymak	Karma Yöntem Tarama-Durum	Bahçelievler Devlet Hastanesi	Çalışmada kâğıt israfının azaldığı zamandan tasarruf edildiği dokümantasyona ayrılan sürenin azaldığı tespit edilmiştir.
Ç3	Kaya 2020	EMRAM-6 Sertifikası Almış Bir Dijital Hastanenin Yönetici ve Sağlık Çalışanlarının Kullandıkları E-sağlık Sistemleri Hakkındaki Bilgi, Tutum ve Beklentilerin İncelenmesi	Nicel Yöntem Tarama yöntemi 475 kişiye anket uygulanmıştır	İstanbul Medipol Üniversite Hastanesi	Sağlık personellerinin hastanenin avantajlarını daha süratli daha kaliteli ve doğru tedavinin sunulması olarak tanımlarken dezavantajlarını ise sistemsel yanlışlar ve kuruluş içi eğitimlerinin olmaması olarak belirtmişlerdir.

Ç4	Kaya, Gemlik 2021	Hastanelerdeki Dijital Uygulamaların Etkileri ve Konuda Yaşanan Sorunlar Hakkında Hastane Yöneticilerinin Görüşlerinin Alınması	Nitel Yöntem Fenomenoloji 7 kişiye Odak Grup Görüşmesi yapılmıştır.	İstanbul Anadolu Yakasında bulunan özel hastane yöneticileri	Yöneticiler dijital uygulamaları genellikle olumlu olarak değerlendirmiştir. Fakat bilgi güvenliğinin sağlanamaması ne hekim ve hemşire arasındaki temasın azalması hasta mahremiyetinin korunamaması gibi olumsuz yönlerinin olduğu da vurgulanmıştır.
Ç5	Sağlam 2021	Sağlık Çalışanlarının Sağlıkta Dijital Teknolojiler ve Dijital Hastaneler Hakkında Görüşlerinin Belirlenmesi ve Dijitalleşme Sürecinde İçsel Pazarlama Uygulamalarının Sağlık Çalışanlarını Nasıl Etkilediğinin Tespit Edilmesi	Nitel Yöntem Fenomenoloji 25 kişiye Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu uygulanmıştır.	Van, Kocaeli İstanbul, Ankara, Osmaniye, Sinop, Nevşehir, Bursa Aksaray Adana Eskişehir Antalya,	Dahili pazarlama, daha iyi sonuçlar için önerilen hasta katılımı ve eğitimi ile sağlık çalışanlarının uyum sağlamasına, memnun hissetmesine, dijital araçları kullanmasına, iyi iletişim kurmasına ve hizmet kalitesini iyileştirmesine yardımcı olur.
Ç6	Altıntaş 2022	Hastanesi Çalışanlarının Dijital Hastane Uygulamasındaki Görüşlerini Tespit Etmek ve Çalışanların Bilgisayar Kullanma Durumlarını Tespit Etmek	Nicel Yöntem Tarama 400 kişiye anket uygulanmıştır.	Tavşanlı Doç. Dr. Mustafa Kalemler Devlet Hastanesi	Çalışanların çoğunun dijital hastaneye geçilmesinin faydalı olacağını düşünmelerine rağmen hastane bilgi sisteminin kullanımıyla ilgili zorlananlarının oranının %58 olduğu tespit edilmiştir

Ç7	Gökkaya, İzgüden 2022	EMRAM Seviye 7 Düzeyinde Bir Dijital Hastane Olan Yozgat Şehir Hastanesi Çalışanlarının Dijital Hastane Uygulamaları Hakkında Görüş, Düşünce ve Memnuniyet Düzeylerinin Belirlenmesi	Nitel Yöntem Tarama 302 kişiye anket uygulanmıştır.	Yozgat Şehir Hastanesi	Hastane çalışanlarının dijital hastane sistemlerine adapte olmakta sorun yaşamadığı ve dijital hastane uygulamalarının kullanılmasını, geliştirilmesini ve yaygınlaştırılmasını destekledikleri saptanmıştır.
Ç8	Yıldırım 2022	Dijital E-sağlık Uygulamalarının Sağlık Çalışanlarının Performansı Üzerine Etkisi	Nitel Yöntem 25 kişiye Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu uygulanmıştır.	Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Çalışmada, dijital e- sağlık uygulamalarının çalışanların performansı üzerine olumlu etkileri saptanmıştır. Sağlık çalışanlarının zamandan tasarruf etmesi bilgilere kolay ulaşımı evrak ve iş yükünün azaldığı aynı zamanda çalışan memnuniyetinin arttığı tespit edilmiştir.
Ç9	Başaran 2022	Sağlık Sektöründe Dijitalleşme Bağlamında Dijital Hastaneler	Nitel Yöntem Durum Çalışması 26 kişiye açık uçlu yüz yüze görüşme yapılmıştır	Trabzon Sürmene Devlet Hastanesi Trabzon Kanuni Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yozgat Şehir Hastanesi	Sağlık hizmeti sunan çalışanlar ve yöneticilerinin iş yükünün azaldığı iş akışlarının düzenli olduğu mali ve idari süreçlerin daha güvenli hale geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca hasta, çalışan güvenliği ve memnuniyeti, maliyetlerinin azalması, evrak kayıbı ve depolama sorunlarının olmaması gibi

					birçok konuda yararlı olduğu tespit edilmiştir.
Ç10	Akman, Dömbekci vd.2023	Dijitalleşmenin Sağlık Kurumlarındaki Etkisini Anlamak Amacıyla Sağlık Çalışanların Görüşlerinin İncelenmesi	Nitel Yöntem Fenomenoloji 9 kişiye Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu uygulanmıştır	Konya İl Sağlık Müdürlüğü	Sağlık çalışanlarının sağlıkta dijitalleşmenin para ve zaman tasarrufu sağladığını, hataları en aza indirdiği tespit edilmiştir. Sağlıkta dijitalleşmenin olumsuzluklarının ise veri güvenliğinin ve hataların telafi edilmesinde yaşanan aksaklıklar personelin adaptasyon problemleri, teknik problemler ve birden fazla dijital sistem üzerinde çalışılması olduğu saptanmıştır.
Ç11	Baş 2023	Dijital Hastane Uygulamalarının Çalışan Memnuniyeti Üzerine Etkisi	Nitel ve Nicel Yöntem 274 kişiye anket ve mülakat yapılmıştır.	Trabzon Kamu Hastanesi	Hastanede çalışan sağlık personellerinin kullandıkları uygulamalardaki memnuniyet düzeyleri %90.04 bulunmuştur.
Ç12	Kaysirili, Tefiroğlu 2023	Sağlık Hizmetlerinin Dijitalleşme Süreçleri,	Nitel Yöntem Fenomenoloji 20 kişiye Yarı	Ayvacak, Ayancık, Bahçelievler, Didim,	Devlet hastaneleri EMRAM seviye 7 sertifikasını hedeflerken, özel

		Dijitalleşme Düzeyi ve Tele-tıp Uygulamaları Hakkında Sağlık Çalışanlarının Görüşlerinin Belirlenmesi	Yapılandırılmış Görüşme Formu Uygulanmıştır.	Kırşehir, Osmaniye, Ödemiş, Sinop ve Tire Dokuz Eylül Üniversite hastanesi	hastaneler sertifika hedeflerinden yoksundur, ancak dijital sağlık hizmetleri maliyet tasarrufu ve verimlilik açısından değerli görülmektedir.
Ç13	Özcan 2023	2014-2023 Yılları Arasında Türkiye'de Sağlıkta Dijitalleşmeyle İlgili Yayımlanmış Araştırmaların Sistemik Derlemesi	Nitel Yöntem 100 Doküman İncelemesi yapılmıştır.		Türkiye'de sağlık kuruluşlarının sağlıkta dijitalleşmeyi desteklediğini, bunun için çaba sarfettiklerini, dijital sağlık uygulamalarını yaygınlaştırmaya çalıştıklarını, dijital sağlık uygulamalarından olumlu sonuçlar elde ettiklerini, bununla birlikte bazı problemlerinde tespit edildiği gözlenmiştir.

SONUÇ

Bu araştırma dijital hastane sistemlerinin sağlık çalışanlarının memnuniyeti üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde literatürdeki çalışmalar karşılaştırılmıştır. Seda (2022) Sağlık Kurumlarında İnovasyon: Dijital E-sağlık Uygulamalarının Sağlık Çalışanlarının Performansı Üzerine Etkisi adlı yapılan çalışmada dijital sağlık uygulamalarının sağlık çalışanlarına ve hastalara birçok alanda kolaylık sağladığı tespit edilmiştir. Sağlık çalışanlarının zamandan tasarruf etmesi bilgilere kolay ulaşımı evrak ve iş yükünün azaldığı aynı zamanda çalışan memnuniyetinin arttığı tespit edilmiştir.

İlknur (2022) Sağlık Sektöründe Dijitalleşme Bağlamında Dijital Hastaneler adlı çalışmasında sağlık hizmeti sunan yöneticilerin iş yükünün azaldığı işe çıkışlarının düzenli olduğu mali ve idari işlerin güvenli hale geldiği tespit edilmiş, sağlık çalışanlarına birçok alanda yardımcı olduğu saptanmıştır. Ayrıca hasta, çalışan güvenliği ve memnuniyeti maliyetlerinin azalması evrak kaybı ve depolama sorunlarının olmaması gibi birçok konuda yararlı olduğu tespit edilmiştir.

2019 ila 2023 yılları arasında yayımlanan 13 çalışmanın incelenmesi sonucunda, sağlıkta dijitalleşme üzerine araştırma sayısının arttığı görülmüştür. Bu çalışmalar genellikle sağlık çalışanları ve akademik yayınları örneklem olarak kullanmıştır, ancak sağlıklı bireyler ve hastaların kullanımını ele alan

araştırmalar sınırlıdır. Gelecekteki çalışmaların bu gruplara daha fazla odaklanması gerekmektedir. Nicel araştırmalardaki örneklem genişliği eksikliği ve sağlıkta dijitalleşmeyi konu alan çalışmaların eşit oranda nitel ve nicel araştırmalar gerçekleştirmesi dikkat çekicidir. Türkiye'de sağlıkta dijitalleşmenin uygulama düzeyi, etkileri ve sağlık çalışanlarının görüşleri gibi konuları ele alan çalışmalar, sağlık kuruluşlarının bu alandaki çabalarını ve yaşanan sorunları ortaya koymuştur. Alt yapı sorunlarının giderilmesi, eğitim ve destek sağlanması, hukuki yönlerin güçlendirilmesi gibi öneriler dijital sağlık uygulamalarının etkin bir şekilde kullanımını artırabilir.

KAYNAKLAR

- Akgün, E. (2020). Sağlık Hizmetlerinde Sayısal Uçurumun E-Nabız Sistemi ve E-Sağlık Okuryazarlığı ile Birlikte İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı, Konya.
- Altıntaş, S. (2022). Dijitalleşen Hastaneye Doğru-Hastane Çalışanlarının Dijitalleşmeye Bakış Açısı. Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi,
- Akman Dömbekci, H., Güzel, Ş. & Kılıç, F. (2023). Sağlık Hizmetlerinde Dijitalleşme Üzerine İdari Personel Görüşleri: Nitel Bir Araştırma. Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi.
- Alacadağlı, E. (2019). Bilgi Yönetimi, Dijitalleşme ve Türk Sağlık Sistemi.
- Atilla, E. A., & Seyhan, F. (2022). Türkiye'de Sağlık Bilişimi Gelişiminin Akademik Açından İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi.
- Aslan, Ş. (2022). Kişisel sağlık verilerinin dijitalleşmesi ve büyük veri. İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi
- Baş H. (2023). Dijital Hastane Uygulamalarının Çalışan Memnuniyeti Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı, Ordu.
- Başaran İ. Sağlık Sektöründe Dijitalleşme Bağlamında Dijital Hastaneler Yüksek Lisans Tezi Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Kurumları İşletmeciliği. Trabzon.
- Demir, H., & Arslan, E. T. (2017). Mobil Sağlık Uygulamalarının Hastanelerde Kullanılabilirliği: Hastane Yöneticileri Üzerine Bir Araştırma. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi.
- Denizli, F. & Demirtaş, Ö. (2022). Dijital Hastaneye Dönüşüm Sürecinde Sağlık Çalışanlarının Teknolojiye Hazır Bulunuşluk Durumlarının Değerlendirilmesi: Bir Kamu Hastanesi Örneği. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
- Demir A. (2023). Systematic Compilation Of Published Research On Digitalization In Health In Turkey Between 2014 And 2023. Published Online November 2023 (<http://socialsciences.eurasianacademy.org>) <https://doi.org/10.17740/eas.soc.2023.V51.01>
- Gökkaya, D. & İzgüden, D. (2022). Dijital Hastane Uygulamaları: Şehir Hastanesi Çalışanları Üzerine Bir İnceleme. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.
- Kara, B. (2022). Sağlık Hizmetlerinde Çalışanların Endüstri 4.0 Teknolojileri ile İlgili Kavramsal Farkındalık Düzeyinin Belirlenmesi Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı, Konya.
- Kaya, H. (2020). Dijitalleşme Sürecindeki Bir Hastane Çalışanlarının E-Sağlık Sistemlerinin Hizmet Sunumuna Etkileri Konusunda Bilgi, Tutum ve Beklentilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaya, N. & Gemlik, N. (2021). Hastane Yöneticilerinin Hastanelerin Dijitalleşmesine Bakış Açuları Üzerine Nitel Bir Araştırma. Journal of Academic Perspective on Social Studies.
- Kayserili A. & Tefiroğlu, Ç. E. (2023). Dijital Sağlık Hizmetlerinin Hastane İdarecileri Tarafından Değerlendirilmesi. Abant Sağlık Bilimleri ve Teknolojileri Dergisi.
- Koç E, Şengül YA, Özkaya AU, Gökçe B. Klinik Karar Destek Sistemleri Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Acıbadem Hastanesi Örneği Fen Bilimleri Enstitüsü, Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Köse, A. (2021). E-Sağlık Uygulamalarının Verimliliklerinin Değerlendirilmesi. International Academic Social Resources Journal.

- Pan, L., Zeng, J., Pu, H., & Shu, P. (2021). How to optimize the radiology protocol during the global covid-19 epidemic: keypoints from sichuan provincial people's hospital. *Clinical Imaging*, 69, 324-327.
- Reis, Z. and Bozbuğa, N. (2022). Dijital İkiz ve Tıbbi Sistemlerin Modellemesi. <https://doi.org/10.26650/b/et07.2022.012.23>
- Riis, A., Kristensen, P., Lauritsen, S., Thiesson, B., & Jørgensen, M. (2023). Using explainable artificial intelligence to predict potentially preventable hospitalizations. *Medical Care*,
- Sağlam, Ş. (2021). Hastanelerin Dijitalleşme Sürecinde İçsel Pazarlama Uygulamalarının Sağlık Çalışanları Üzerindeki Etkisine Yönelik Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı.
- Volkan, E. (2019). Dijital Hastane Çalışmalarının Yatan Hasta İşlemlerinde Sağladığı Kağıt Tasarrufu ve Hemşirelik Bakım Hizmetlerinin Süresine Etkisinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım S. (2022). Sağlık Kurumlarında İnovasyon: Dijital E-sağlık Uygulamalarının Sağlık Çalışanlarının Performansı Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Toros Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Sağlık Kurumları İşletmeciliği, Mersin.



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE PANDEMİ SÜRECİ

Perver Ağırman^{1,*}, Tarık semiz²

¹*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,*
200708002@bakircay.edu.tr

²*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi, İzmir, Türkiye,*
tarik.semiz@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 200708002@bakircay.edu.tr

ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, sağlık okuryazarlığı, bireylerin sağlıkla ilgili bilgileri edinme, anlama ve bu bilgileri hayatlarına adapte edebilme becerisini ifade eder. Bu basit tanıma rağmen, sağlık okuryazarlığı hem bireysel hem de toplumsal sağlık açısından büyük bir öneme sahiptir. Özellikle pandemi gibi küresel sağlık krizlerinde, sağlık okuryazarlığı, kişilerin doğru bilgiye ulaşmalarını sağlayarak, kendilerini ve çevrelerini korumalarına yardımcı olur. COVID-19 pandemisi, sağlık okuryazarlığının gerekliliğini ortaya koyan en belirgin örneklerden biridir. Pandemi sürecinde, halk sağlığıyla ilgili yeni ve karmaşık terimlerle karşılaştık. Bu terimleri anlamayan bireyler, hastalıkla ilgili yanlış bilgilere maruz kalabilir ve bu da yanlış kararlar almalarına neden olabilir. Örneğin, aşılama konusunda tereddüt etmek gibi. Sağlık Bakanlığının tanımına göre, pandemi, dünya çapında hızla yayılan ve büyük bir kısmı etkileyen bir salgın hastalıktır. Bu tür durumlarda, doğru bilgiye ulaşmak hayati derecede önemlidir. Sağlık okuryazarlığı yüksek olan bireyler, pandemi ile ilgili güvenilir kaynaklardan bilgi edinerek, hastalıktan korunma yöntemlerini daha etkin bir şekilde uygulayabilirler.

Anahtar Kelimeler: Sağlık okuryazarlığı, Pandemi, Toplum sağlığı

HEALTH LITERACY AND THE PANDEMIC PROCESS

ABSTRACT

According to the World Health Organization, health literacy refers to the ability of individuals to acquire, understand and adapt health-related information to their lives. Despite this simple definition, health literacy is of great importance for both individual and public health. Especially in global health crises such as pandemics, health literacy helps people protect themselves and their environment by ensuring that they have access to accurate information. The COVID-19 pandemic is one of the most prominent examples of the necessity of health literacy. During the pandemic, we have encountered new and complex terms related to public health, and individuals who do not understand these terms may be exposed to misinformation about the disease, which can lead them to make wrong decisions. For example, hesitating about vaccination. According to the Ministry of Health's definition, a pandemic is an epidemic that spreads rapidly around the world and affects a large number of people. In such situations, access to accurate information is vitally important. Individuals with high health literacy can obtain information about the pandemic from reliable sources and apply disease prevention methods more effectively.

Keywords: Health literacy, Pandemic, Community health

GİRİŞ

Pandemi kavramı dünyadaki ülke fark etmeksizin küresel çapta toplumları ve kişileri etkileyen bir kavramdır (Yıldız, Ertaş, Akalın, 2014). Sağlık Bakanlığı, pandemiye; (*dünyada birden fazla ülkede veya kıtada, geniş bir alanda yayılan ve etkisini gösteren salgın hastalıklar*) olarak tanımlamaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2019). Pandemiler, insanlık tarihi boyunca kitleleri derinden etkileyen önemli bir olgu olmuştur. Ancak, pandemiler her toplumu aynı şekilde etkilemez; bazı toplumlar daha derinden etkilenirken, bazıları daha az etkilenir. Salgın hastalıklar, toplum yapısını ve özellikle ekonomik alanı büyük ölçüde değiştirmiştir. Son büyük salgın, dünya genelinde sosyal ve ekonomik değişimlere yol açmış, gelişmiş ekonomilerde yavaşlamaya neden olmuştur. Sosyal ve ekonomik etkiler ise birbirine bağlı şekilde birbirini etkilemiştir. (Türk, Bingül, Ak, 2020)

Pandemi dönemlerinde, toplumların nasıl hareket etmeleri gerektiğini bilmesi ve kendilerini hastalıktan koruması önemli bir faktördür. Tam da bu noktada, sağlık okuryazarlığı kavramı devreye girmektedir. Pandemi, bireyleri hijyen, sosyal mesafe ve aşı gibi önleyici tedbirler almaya; kalabalık ortamlardan kaçınma ve karantina gibi kaçınıcı davranışlar sergilemeye; hastalığa yakalananları ise tedaviye uymaya teşvik etmiştir. Bu süreçte hem bireysel sorumluluk hem de devlet düzenlemeleri büyük önem taşıırken, sağlık okuryazarlığının da salgın hastalıklarla baş etmede etkili bir araç olduğu görülmüştür (Özkan, Tüzün, İlhan, Dikmen, 2020). Sağlık okuryazarlığı kavramı, kişi ve toplum sağlığı için önemlidir. Pandemi dönemlerinde sağlık okuryazarlığı kavramı kritik bir öneme sahiptir. Bunun en büyük örneklerinden birisi, COVID-19 pandemisidir. COVID-19 sürecinde kişiler, bilmedikleri terminolojik terimlerle karşılaşmış ve sağlık okuryazarlığı bilgisi yetersiz olanlar, bu terimleri doğru bir şekilde kavrayamamışlardır (Akbal vd., 2020).

Pandemi döneminde salgın hastalıklardan korunmanın yolu, bu hastalıklar hakkında bilgi sahibi olmak ve nasıl korunacağını bilmektir. Pandemi dönemlerinde bireylerin birçok sağlık bilgisine ihtiyaç duyduğunu ve bu bilgileri günlük hayatımıza entegre etmemiz gerektiğini biliyoruz (Peksoy Kaya, 2020). Yakın dönemde yaşadığımız Covid 19 pandemisi sağlık okuryazarlığı ve pandemi arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Geçmiş yıllarda yaşadığımız COVID-19 salgını, kısa sürede pandemiye dönüşmüştür. Bu süreç, bireylerin hastalıkla ilgili güvenilir bilgilere erişim sağlama ve bu bilgileri doğru bir şekilde davranışa dönüştürme ihtiyacını doğurmuştur. COVID-19 pandemisi sırasında, bireyler sağlık bilgisi alışverişini artırmış, ancak bilimsel olmayan bilgiler de çabucak yayılmış ve toplum sağlığını olumsuz etkilemiştir. Bu yanlış bilgiler, profesyonellerin sağlık mesajlarının doğru bir şekilde anlaşılmasını engellemiştir. Toplumlar, pandemi gibi geleceği öngörülemeyen hastalık dönemlerinde bilimsel bilgileri sosyal yaşantılarına uyarlamakta zorluk yaşamaktadır. Sonuç olarak, sağlık okuryazarlığı, bireylerin ve toplumların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi açısından son derece önemlidir. (Akbal, Gökler, 2020)

ARAÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, pandemi ve sağlık okuryazarlığı alanında yayımlanan mevcut literatürden faydalanarak, bu iki konunun etkileşimi üzerine bir derleme yapmayı amaçlamaktadır. Araştırma, pandemi dönemlerinde sağlık okuryazarlığının toplum üzerindeki etkilerini anlamak için daha önce yapılmış çalışmaları incelemektedir.

Bu çalışma, 2016-2024 yılları arasında Google Akademik veri tabanında yapılan aramalarla sağlık okuryazarlığı ve pandemi süreci ile ilgili yayımlanan, en çok atıf alan makaleleri incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür taraması, "Pandemi", "sağlık okuryazarlığı" ve "salgın hastalıklar" gibi anahtar kelimelerle yapılan aramalarla sınırlıdır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma, pandemi ve sağlık okuryazarlığı alanındaki mevcut literatürün analizinden elde edilen bulguları sunmaktadır. Yapılan incelemeler, sağlık okuryazarlığının pandemi dönemlerinde toplumsal sağlık sonuçlarını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Sağlık Okuryazarlığının Pandemi Sürecindeki Rolü

Literatür taramaları, sağlık okuryazarlığının pandemi sürecinde bireylerin sağlık bilgileriyle donanmalarını ve bu bilgileri günlük yaşamlarına başarılı bir şekilde entegre etmelerini sağladığını ortaya koymuştur. Sağlık okuryazarlığı yüksek olan bireyler, bilimsel verilere dayalı koruyucu davranışları (maske kullanımı, el hijyeni, sosyal mesafe) daha sıklıkla sergilemiş ve yanlış bilgilerin etkisinden daha az etkilenmişlerdir (Akbal, Gökler, 2020).

Yanlış Bilgilerin Yayılması ve Sağlık Okuryazarlığı Eksiklikleri Sağlık okuryazarlığı düşük olan bireyler, pandemi sürecinde yanlış bilgilerin kolay hedefleri haline gelmiştir. Sosyal medya başta olmak üzere farklı mecralarda dolaşan bilimsel olmayan bilgiler, bu kişilerin sağlık konusunda kararsız kalmalarına ve yanlış kararlar almalarına neden olmuştur. Bu durum, toplum sağlığını tehdit eden önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Türk, Bingül, Ak, 2020).

Pandemi Dönemlerinde Bireysel ve Toplumsal Davranışlar

Sağlık okuryazarlığı yüksek olan topluluklar, pandemi sürecinde ortaya çıkan sağlık sorunlarıyla mücadelede daha başarılı olmuşlardır. Bu topluluklar, kalabalık ortamlardan kaçınmak, karantina kurallarına uymak ve tedavi önerilerini takip etmek gibi koruyucu davranışları benimseyerek hem kendi sağlıklarını hem de toplum sağlığını korumuşlardır. Bu durum, sağlık okuryazarlığının pandemi gibi küresel sağlık krizlerinde toplumun direncini artırdığını göstermektedir (Özkan, Tüzün, İlhan, & Dikmen, 2020).

Sosyal ve Ekonomik Etkiler

Sağlık okuryazarlığı, pandeminin ekonomik etkilerine karşı bir tampon görevi görmüştür. Sağlık okuryazarlığı yüksek olan bireyler, pandemi sürecinde daha bilinçli kararlar alarak ekonomik kayıplarını sınırlamışlardır. Bu durum, sağlık okuryazarlığının bireylerin ekonomik dayanıklılığını artırdığını göstermektedir (Yıldız, Ertaş, Akalın, 2014).

Sağlık okuryazarlığının pandemi gibi kriz dönemlerinde bireylerin ve toplumların sağlığını koruma, tedavi süreçlerine uyum sağlama ve sağlıklı davranışları benimseme konusunda kritik bir rol oynadığı anlaşılmaktadır. Bu çalışma, sağlık okuryazarlığının yalnızca sağlık sorunlarıyla mücadelede değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik düzeyde de sürdürülebilir sağlık politikalarının oluşturulmasında önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Pandemi süreçlerinde sağlık okuryazarlığının önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Yüksek sağlık okuryazarlığına sahip topluluklar, sağlık risklerini daha etkin şekilde azaltma potansiyeline sahiptir. Sağlık okuryazarlığı, doğru sağlık davranışlarının benimsenmesi, hastalıkların yayılmasının engellenmesi ve toplum tepkilerinin doğru şekilde şekillenmesi üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Etkili kriz yönetimi, halk sağlığını korumada önemli bir araç olup, sağlık okuryazarlığını artıran stratejilerle desteklendiğinde daha etkili sonuçlar elde edilmektedir. Sağlık hizmet sağlayıcıları ve hükümetler, doğru bilgileri açık ve erişilebilir bir şekilde sunarak toplumun sağlık okuryazarlığını geliştirmelidir. Ayrıca, toplumun her kesimine yönelik eğitim ve bilgilendirme programları geliştirilmesi, özellikle yaşlılar ve düşük eğitim seviyesine sahip bireyler için kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, sağlık okuryazarlığının artırılması, pandemi süreçlerinde toplum sağlığını korumak için hayati önem taşımaktadır ve uzun vadede toplum sağlığına yapılacak en önemli yatırımlardan biridir.

KAYNAKLAR

Akbal, E., & Gökler, M. E. (2020). COVID-19 salgını sürecinde eksikliği ortaya çıkan bir gerçek: Sağlık okuryazarlığı. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi, 149-150. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1186507>

Akbal, E., & Gökler, M. E. (2020). COVID-19 salgını sürecinde eksikliği ortaya çıkan bir gerçek: Sağlık okuryazarlığı. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1186507>

Özkan, S., Tüzün, H., İlhan, M. N., & Dikmen, A. U. (2020). Salgınlarda toplum davranışı ve sağlık okuryazarlığı. Deneysel, Biyoteknolojik, Klinik ve Stratejik Sağlık Araştırmaları Derneği, 107. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1083170>

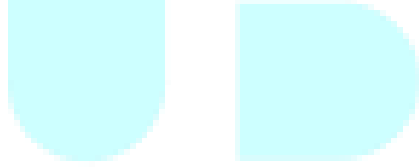
Peksoy Kaya, S., & Kaplan, S. (2020). Hemşirelik öğrencilerinde COVID-19 pandemisi farkındalıklarının ve sağlık davranışlarının sağlık okuryazarlığı ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Koç Üniversitesi Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi. https://jag.journalagent.com/jern/pdfs/JERN-01112-RESEARCH_ARTICLE-PEKSOY_KAYA.pdf

Türk, A., Bingül, B. A., & Ak, R. (2020). Tarihsel süreçte yaşanan pandemilerin ekonomik ve sosyal etkileri. Gaziantep University Journal Of Social Sciences, 614. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1194024>

World Health Organization. (2023). Health literacy: The solid foundation for strong health systems.

WHO. Retrieved from, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240060750>

Yıldız, F., Ertaş, M. Y., & Akalın, D. (2014). 19. yüzyılda Anadolu'da salgın hastalıklar (veba, kolera, çiçek, sıtma) ve salgın hastalıklarla mücadele yöntemleri (Yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. (2019). Pandemi influenza ulusal hazırlık planı. https://grip.saglik.gov.tr/depo/saglik-calisanlari/ulusal_pandemi_plani.pdf



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

GELENEKSEL VE TAMAMLAYICI TİPA GÜNCEL BAKIŞ: ETKİNLİK, GÜVENLİK VE GELECEK

Yazar: Mehtap TUYKUN¹, Tarık SEMİZ²

¹*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,*
6004024@bakircay.edu.tr

²*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi, İzmir, Türkiye,*
tarik.semiz@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 6004024@bakircay.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmada, geleneksel ve tamamlayıcı tıp (GETAT) uygulamalarının etkinliği, güvenliği ve entegrasyonu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Literatür taraması, Google Scholar veri tabanı üzerinden "#geleneksel tıp", "#tamamlayıcı tıp", "#GETAT" gibi anahtar kelimeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir; ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'nın verileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, etkinlik, güvenlik ve entegrasyon boyutlarında analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, GETAT'a yönelimin temel nedenleri arasında uygulamaların doğal yapısı, ekonomik ve kolay erişilebilirliği, modern tıbbın yetersiz kaldığı durumlar, özellikle kronik ağrılar, ve manevi ihtiyaçların öne çıktığını göstermektedir (Kıskaç ve ark., 2024; Söylemez ve Güneş, 2023). Hastaların en çok tercih ettiği yöntemler arasında hacamat, kupa terapisi, akupunktur, sülük tedavisi ve fitoterapi yer almaktadır (Babayiğit ve ark., 2021). Bununla birlikte, bilgi eksikliği ve uzman olmayan kişilerce gerçekleştirilen uygulamaların enfeksiyon ve yan etki risklerini artırdığı belirtilmiştir (Orhan ve ark., 2019). Sağlık profesyonelleri arasında GETAT'ın bilinirliğinin arttığı, ancak formal eğitim almış olanların sayısının düşük olduğu saptanmıştır (Buruntekin ve Ceyhan, 2024). Sağlık çalışanlarının %72,5'i hastalarına bu uygulamaları sormakta, ancak %54'ü kendi bilgi seviyelerini yetersiz olarak değerlendirmektedir (Orhan ve ark., 2019). Sonuç olarak, GETAT, modern tıbbı destekleyici bir yöntem olarak popülerliğini artırmaktadır. Ancak, güvenli ve etkin bir entegrasyonun sağlanabilmesi için düzenleyici politikaların güçlendirilmesi ve sağlık profesyonellerine yönelik formal eğitimlerin artırılması gerekmektedir (Şahan ve İlhan, 2019).

Anahtar Kelimeler: Geleneksel-Tıp, Tamamlayıcı-tıp, GETAT-Uygulamaları

A CURRENT OVERVIEW OF TRADITIONAL AND COMPLEMENTARY MEDICINE: EFFICACY, SAFETY AND FUTURE

ABSTRACT

In this study, the effectiveness, safety and integration of traditional and complementary medicine (GETAT) practices were examined in detail. A literature review was conducted through Google Scholar database using keywords such as "#traditional medicine", "#complementary medicine", "#GETAT" and data from the World Health Organization (WHO) and the Ministry of Health of the Republic of Turkey were evaluated. The findings obtained were analyzed in terms of efficacy, safety and integration. The findings show that the main reasons for turning to GETAT are the natural nature of the practices, their economic and easy accessibility, situations where modern medicine is insufficient - especially chronic pain - and spiritual needs (Kıskaç et al., 2024; Söylemez & Güneş, 2023). Among the most preferred methods by patients are cupping, cupping therapy, acupuncture, leech treatment and phytotherapy (Babayiğit et al., 2021). However, it has been reported that lack of information and applications

performed by non-specialists increase the risks of infection and side effects (Orhan et al., 2019). It was found that the awareness of GETAT among healthcare professionals increased, but the number of those who received formal training was low (Buruntekin and Ceyhan, 2024). 72.5% of healthcare professionals ask their patients about these practices, but 54% of them consider their own level of knowledge as insufficient (Orhan et al., 2019). In conclusion, GETAT is increasing in popularity as a supportive method of modern medicine. However, in order to ensure a safe and effective integration, regulatory policies need to be strengthened and formal trainings for health professionals need to be increased (Şahan and İlhan, 2019).

Keywords: Traditional-Medicine, Complementary-medicine, GETAT-Applications

GİRİŞ

Geleneksel ve tamamlayıcı tıbbın (GETAT) tarihsel geçmişi MÖ 3000 yıllarına dek uzanır. Pek çok kadim kültür, sağlığı koruma ve hastalıkları tedavi etme amacıyla doğadan yararlanmış; uzun yıllar boyunca biriktirdiği bu birikimi nesilden nesile aktararak günümüze kadar ulaşmasını sağlamıştır. Bu şifa yöntemleri hastalıkların tedavisine bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşmakta, yalnızca fiziksel sağlık değil, aynı zamanda zihinsel ve ruhsal iyilik için de uygulanmıştır (Şahan ve İlhan,2019). Modern tıbbın gelişimiyle birlikte geleneksel tıbbın uygulama alanının daraldığı düşünülse de bu eski öğretilerin dünya genelinde hâlâ tercih edilirliliğini korumaktadır.

Ülkemizde ilk kez 1991 yılında çıkarılan “Akupunktur Tedavi Yönetmeliği” ile bir GETAT uygulaması olan akupunkturun Sağlık Bakanlığı'na bağlı hastanelerde veya özel kliniklerde, eğitim almış hekimler tarafından uygulanabileceğini hükme bağlanmıştır. 2002 yılında "Bitkisel Sağlık Ürünleri ve Gıda Takviyeleri Yönetmeliği" ile bitkisel sağlık ürünlerinin üretimi, satışı ve denetlenmesi düzenlenerek bitkisel ürünlerin standardizasyonu sağlanmıştır. 27 Ekim 2014 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanarak çıkarılan "Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği" GETAT uygulamalarına yönelik en kapsamlı yönetmeliktir. Bu yönetmelikle 15 GETAT uygulamasının standardize edilmiş, gerekli eğitimlerin nasıl, nerede ve ne şekilde verileceği ve uygulanacağına çerçevesi çizilmiştir (Resmi Gazete,2014). Bu düzenleme, akupunkturun bilimsel temele dayanan bir yöntem olarak kabul edilmesinde ve yaygınlaşmasında önemli bir adımdır (Mollahaliloğlu ve Uğurlu,2015). 2023 tarihinde ise özellikle Covid-19 sonrası GETAT uygulamalarına artan ilgiyle birlikte bağışıklık sistemini destekleyen bu uygulamalarla ilgili yeni düzenlemeler yapılmıştır.

ARAÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada literatür taraması google scholar veri tabanının da #geleneksel tıp #tamamlayıcı tıp #GETAT #tutumve davranışlar #hastalar #hemşire #hekim# anahtar kelimeleri kullanılarak, 2014 ile 2024 tarihleri arasındaki çalışmalar ile Dünya Sağlık Örgütü ve TC Sağlık Bakanlığı’ nın ilgili verileri incelenmiş, elde edilen veriler etkinlik, güvenlik ve entegrasyon boyutlarında değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Hastaların GETAT’a Yöneliminin Başlıca Nedenleri:

GETAT’ ı tercih eden hastaların bu yönelimlerinin başlıca nedeni uygulama ve yöntemlerin doğal olduğunu düşünmeleridir. Manevi ve ruhsal ihtiyaçlarının da önemli rol aldığını belirten hastalar özellikle kronik ağrılara modern tıbbın yetersiz kaldığı durumlarda GETAT uygulamalarına başvurumaktadırlar (Kıskaç ve ark., 2024). Yapılan araştırmalarda hastaların herhangi bir GETAT uygulamasını tercih etmesinde ailesi ve arkadaş çevresi başta olmakla birlikte medya ve sosyal bilgi

kanallarından oldukça etkilendiği, ayrıca doğal, ekonomik ve kolay erişilebilir olmasının seçimlerine önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür (Söylemez ve Güneş, 2023; Duman ve Cüre, 2024; Göçer ve Balbaloglu,2021).

GETAT'ı Tercih Eden Hastaların Demografik Yapısı:

GETAT uygulama ve yöntemlerini tercih eden bireylerin demografik özelliklerini incelediğimizde, yaş aralığının ağırlıklı olarak 30 ile 60 olduğu en az bir kronik hastalığı olan bireyler olduğu saptanmıştır, (Bayer ve Uzuntarla, 2022). Kadınların erkeklere göre daha fazla tercih ettiği GETAT uygulamaları ayrıca ekonomik ve erişimi kolay olduğundan genellikle orta gelir grubundan, genellikle ev hanımı ya da emekli olan, fiili olarak çalışmıyor pozisyonunda, bireylerin daha çok bu yöntemlere başvurduğu görülmektedir (Duman ve Cüre, 2024).

Hastaların GETAT'a Yönelimlerinin Olumlu ve Olumsuz Yönleri:

Hastaların en çok kullandığı GETAT uygulamaları üzerine yapılan araştırmalar, en bilinen olan uygulamaların hacamat, akupunktur, kaplıca (balneoterapi) sülük, fitoterapi ve aromaterapi gibi yöntemler olduğu; en fazla kullanılan uygulamaların ise kupa, hacamat, ve sülük tedavisi olduğunu göstermektedir (Babayiğit ve ark., 2021). Elazığ Eğitim ve Araştırma Hastanesi Akşemseddin Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Merkezi' de 261 gönüllü ile yapılan bir araştırmada katılımcıların %85,4'ü GETAT uygulamalarının faydalı olduğunu, % 72,8'i ise kendilerini iyi hissettiren uygulamalar olduğunu belirtmiştir (Kılıç ve Soylar,2019). Toplumun halen büyük bir kısmının hem gündelik yaşamında "Sağlıklı Yaşam" mottosuyla, hem de hastaların süren tedavilerini desteklemek ve şifa görmek için tercih etmelerinin olumlu olduğu kadar olumsuz yönleri de barındırmaktadır. GETAT' ın tercih edilmesinin olumlu yönleri; kullanıcılardan, özellikle kronik ağrı ve hastalıklarda, alınan geri bildirimler fayda görme oranının yüksek olduğunu göstermesi, doğal olması, ekonomik ve kolay erişilebilirliği, modern tedavi yöntemlerini desteklemesi (Göçer, Balbaloglu 2021; Duman ve Cüre, 2024). Olumsuz yönlerin başında bilgi eksikliği, uzman olmayan kişilere başvurma ve yan etki gibi önemli başlıklar yer almaktadır (Şahan ve İlhan,2019). Örneğin, İstanbul Metin Sabancı Hastanesi' de yapılan bir çalışmada hastaların %49,4'ü sağlık profesyonellerinden GETAT hakkında yeterli bilgi alamadıklarını ifade etmiştir (Aydil, Karaman, Küçükakkaş, 2021). Ayrıca, GETAT'ı modern tedavilere alternatif olarak gören hastaların tedavilerini aksattıkları bunun da hastaların iyileşme süreçlerini olumsuz etkilediği gözlenmiştir (Hacılar ve ark., 2024). En sık görülen ve ciddi hayati riskler barındıran yan etkiler arasında, uygulamaların uygun hijyen koşullarında yapılmamasına bağlı enfeksiyon riski ve yanlış yöntem kullanımı yer almaktadır (Orhan ve ark., 2019).

Sağlık Profesyonelleri Arasında GETAT'ın Bilinirliği:

Sağlık profesyonellerinin GETAT uygulamaları hakkındaki bilgi düzeyi üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda sağlık profesyonellerinin bu konudaki bilgi seviyelerinin yetersiz fakat alana olan ilgilerinin olumlu yönde artma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Buruntekin ve Ceyhan, 2024). Çoğu sağlık profesyoneli GETAT' ın modern tıbbi destekleyici etkisine inanmalarına rağmen konu hakkında formal eğitim alanların sayısının düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Sağlık profesyonellerinin bilgi sahibi olduklarında ise bu yöntemlerin etkinliği ve güvenilirliği hakkında hastaları daha bilinçli yönlendirdikleri tespit edilmiştir (Güneş ve Göcen, 2021). Orhan ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, hekimlerin %72,5'inin tedavi öncesinde hastalarına herhangi bir GETAT uygulamasını kullanıp kullanmadığını sorduklarını belirtmiştir. Araştırmaya katılan hekimlerin %47'si GETAT yöntemlerini hastalarına önerebileceklerini ifade ederken, %22'si önermeyeceğini belirtmiş, %31'i ise kararsız kalmıştır. Ayrıca, katılımcıların %33'ü kendilerine herhangi bir GETAT uygulamasını deneyimlediğini, %76,4'ü GETAT sertifikasına sahip olmadığını ifade etmiştir (Babacan, 2021). Giresun Üniversitesi Tıp Fakültesi

öğrencileri arasında yapılan başka bir çalışmada, katılımcıların %47,9'u GETAT'a bakış açılarının olumlu olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, öğrencilerin %84,3'ü klasik tıp ve GETAT'ın birbirini tamamlayabileceğini düşündüklerini be yan etmişlerdir (Ayraller ve ark., 2020). Benzer bir diğer araştırma aile hekimleri ve pediatristler ile yapılmış katılımcıların %51'i GETAT yöntemlerini faydalı bulurken, %47'si bu uygulamaları hastalarına önerebileceklerini ifade etmiştir. Ancak, aynı çalışmada hekimlerin %54'ü GETAT konusundaki bilgi düzeylerini "az" olarak değerlendirmiştir (Orhan ve ark., 2019). Sağlık profesyonellerinin kendileri için tercih ettikleri ve hastalara tavsiye ettikleri GETAT uygulamaları ise yoga, meditasyon, fitoterapi ve akupunktur gibi stres yönetimi ve bağışıklık güçlendirme amacıyla kullanılan yöntemlerdir (Babacan, 2021).

SONUÇ

GETAT uygulamaları, modern tıbbı tamamlayan bir seçenek olarak sağlık hizmetlerine giderek daha fazla entegre olmaktadır. Araştırmalar, hastaların bu yöntemlere yöneliminde doğal olma düşüncesi, ekonomik erişilebilirlik ve modern tıbbın yetersiz kaldığı durumlar gibi faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir (Kıskaç ve ark., 2024; Duman ve Cüre, 2024). Bununla birlikte, bilgi eksikliği ve uzman olmayan uygulayıcıların neden olduğu riskler, GETAT'ın güvenli kullanımının yaygınlaşabilmesinin önündeki en önemli sorunlar arasında yer almaktadır (Hacılar ve ark., 2024; Söylemez ve Güneş, 2023). Bunun yanı sıra sağlık profesyonellerinin GETAT uygulamalarını hem kişisel olarak hem de hastalarında kullandığını ortaya koymaktadır (Orhan ve ark., 2019; Babacan, 2021).

Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, sağlık profesyonellerinin GETAT'a yönelik olumlu tutumlarının arttığını, ancak bilgi düzeylerinin henüz yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir (Buruntekin ve Ceyhan, 2024). Eğitim eksikliği, sağlık çalışanlarının doğru yönlendirme yapamamasının başlıca nedeni olmaktadır (Güneş ve Göcen, 2021). İncelenen araştırmalar sonucunda uygulamaların etkin ve güvenli şekilde entegre edilebilmesi için düzenleyici politikalar ve formal eğitim programları geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Şahan ve İlhan, 2019).

KAYNAKLAR

- Aydil, S., Karaman, Ç. A., & Küçükakkaş, O. (2021). (Fizik Tedavi Polikliniğine Ağrı ile Başvuran Hastalarda Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Hakkındaki Farkındalığın Değerlendirilmesi: Tanımlayıcı ve Kesitsel Araştırma.). *Journal of Traditional Medical Complementary Therapies*, 4(2), 227-230. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2021-82248>
- Ayraller, A., Öztürk, O., Oruç, M. A., & Yavuz, E. (2020). Tıp fakültesi öğrencilerinin geleneksel ve tamamlayıcı tıp hakkındaki bilgi düzeyleri ve görüşleri. *Türk Aile Hekimliği Dergisi*, 24(4), 196-202. <https://doi.org/10.15511/tahd.20.00496>
- Babacan, E. (2021). Birinci basamak sağlık kuruluşlarına başvuran hastaların geleneksel ve tamamlayıcı tıp ile ilgili tutumu ve kullanım durumları (Yayınlanmamış uzmanlık tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi, Aile Hekimliği Anabilim Dalı.
- Babayiğit, M., Babayiğit, M. A., Honca, M., Koşar, B., & Özayar, E. (2021). [Knowledge, Attitude and Behaviors on Traditional and Complementary Medicine Practices Among our Patients with Chronic Pain Complaints.]. *Journal of Traditional Medical Complementary Therapies*, 4(2), 210-213. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2020-80884>
- Bayer, N., & Uzuntarla, Y. (2022). Investigation of rational drug use and traditional medicine attitudes of elderly individuals with chronic diseases : Rational drug use and traditional medicine. *Journal of Social and Analytical Health*, 2(1), 21–27. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6342695>
- Buruntekin, F., & Ceyhan, Ö. (2024). Complementary and integrative approaches in cardiovascular diseases. *Journal of Traditional Medical Complementary Therapies*, 7(2), 208-212. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2023-100261>

- göçerDuman H, Cüre O. Üniversite Hastanesine Başvuran Romatoloji Hastalarının Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Yöntemlerini Kullanımının Değerlendirilmesi. RMJ. 2024;1(2):19-33.
- Göçen, G., & Gügen, B. (2019). Sağlık Çalışanları, Hastalar ve Mdr Uzmanlarının Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp'ın (Getat'ın) Dini Yaşantı ile Etkileşimine Bakışları. Bilimname, 2019(40), 229-271. <https://doi.org/10.28949/bilimname.589656>
- Göçer, Ş. & Balbaloğlu Ö. (2021)Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Polikliniğine Başvuran Bireylerin Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları İle İlgili Bilgilerinin İncelenmesi 2021;30:118-125 DOI:10.34108/eujhs.791999
- Güneş, A. C., & Göçen, G. (Editor), (2021). Hastalar ve Hasta Yakınları. Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Üzerinden Sağlık Davranış ve Etkileşiminin Araştırılması (pp.123-146), İstanbul: Değerler Eğitimi Merkezi.
- Hacılar, E., Okka, B., Şahin, T. K., & Demir, G. S. (2024). Evaluation of attitudes and behaviors of individuals over the age of 18 about traditional and complementary medicine methods: A cross-sectional study. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 7(1), 66-75. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2023-98622>
- Kılıç, K. N., & Soylar, P. (2019). Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamalarına göre Başvuranların Tutumları, Başvurma Nedenleri ve Memnuniyet Düzeylerinin İncelenmesi. Geleneksel Tıbbi Tamamlayıcı Terapiler Dergisi, 2(3), 97. <https://doi.org/10.5336/jtracom.2019-71531>
- Kıskaç, N., Kıskaç, M., Zorlu, M., Karatoprak, C., & Çakırca, M., (2024). Bireylerin Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Kullanımının ve BilgiDüzeylerinin Değerlendirilmesi. EJONS , vol.8, no.1, 12-19.
- Mollahaliloğlu, S., Uğurlu, F. G., Kalaycı, M., & Öztaş, D. (2015). Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında yeni dönem. Ankara Medical Journal, 15(2), [Sayfa aralığı eklenmeli]. <https://doi.org/10.17098/amj.44789>
- Orhan, M. F., Elmas, B., Altındiş, S., Karagöz, R., & Altındiş, M. (2019). Aile hekimi ve pediatristlerin geleneksel ve tamamlayıcı tıba (GETAT) bakışı. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research, 3, 161-167. <https://doi.org/10.34084/bshr.588233>
- Söylemez, F., & Güneş, G. (2023). AİLE SAĞLIĞI MERKEZİNE BAŞVURAN HASTALARDA GELENEKSEL VE TAMAMLAYICI TIP KULLANIMI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER. The Journal of Kırıkkale University Faculty of Medicine, 25(3), 421-430. <https://doi.org/10.24938/kutfd.1332153>
- Şahan, D., & İlhan, M. N. (2019). Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları ve halk sağlığı açısından değerlendirilmesi. Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(3), 12-19.

BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

YÜZME HAVUZ SULARININ SAĞLIK AÇISINDAN DENETLENMESİ

Adile DENİZ DİNÇSOY¹, Tarık SEMİZ²

¹Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,
adiledeniz.ad@gmail.com

²İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İzmir, Türkiye
tarik.semiz@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: adiledeniz.ad@gmail.com

ÖZET

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de Sağlık Bakanlığı ve diğer kamu kurumlarının üzerinde büyük bir hassasiyetle önemsedikleri çevre sağlığı sorunları, sağlık personellerinin önemli çalışma alanlarından biri olan yüzme havuz sularının denetlenmesini oluşturmaktadır. Yüzme havuzları uygun koşullarda ve mevzuata uygun gerçekleştirilmediği takdirde bulaşıcı hastalıklar ve alerjik rahatsızlıklar gibi sağlık sorunlarının oluşumuna sebebiyet verebilmektedir. Bu çalışmada 06.03.2011 tarihli 'Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik' doğrultusunda yüzme amacıyla kullanılan açık ve kapalı yüzme havuzlarının; hijyenik şartlara uygunluğunun denetlenmesi, numune alınması ve izlenmesi gereken hususlara değinilmektedir. Google Akademikte 2014-2024 yılları arası turizm açısından çok önemli bir role sahip olduğu tasnif edilmiştir fakat dünyada su kaynakları hızla azalmakta ve kişi başına düşen su miktarı artan nüfus ile beraber günden güne azalmaktadır, bununla beraber literatür taramasında ulaşılabilen kaynaklarda yüzme havuz sularının kullanım sonrası geri dönüşüm ile ilgili yeterli çalışmaya yer verilmemiş ve sadece bazı araştırmalarda kısaca bahsedilmiştir. Bu konu ile ilgili ülkemizde konu başlığı üzerinden yapılan taramada Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Yönetmelik (2011), Çevre Sağlığı Dairesi Başkanlığı, Sağlık Bakanlığı Havuz Yönetmeliği (2011), Türkiye'de kamuya ait yüzme havuzlarının insan sağlığına uygunluk kriterlerinin araştırılması (2008), Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği (2020) bulunmaktadır. Bu çalışmada açık ve kapalı yüzme havuzlarında sağlık ile ilgili mevcut durumun tespit edilerek, eksikliklerin ortaya konulması ve bunların giderilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre sağlığı, yüzme havuz suları, mevzuat, hijyen

HEALTH INSPECTION OF SWIMMING POOL WATERS

ABSTRACT

As in the whole world, the environmental health problems that the Ministry of Health and other public institutions care about with great sensitivity in our country constitute the inspection of swimming pool waters, which is one of the important working areas of health personnel. Swimming pools may cause health problems such as infectious diseases and allergic disorders if they are not carried out under appropriate conditions and in accordance with the legislation. In this study, in accordance with the 'Regulation on the Health Principles to be Subject to Swimming Waters' dated 06.03.2011, outdoor and indoor swimming pools used for swimming purposes; inspection of compliance with hygienic conditions, sampling and issues to be monitored are mentioned. It has been classified as having a very important role in terms of tourism between 2014-2024 in Google Scholar, but water resources in the world are rapidly decreasing and the amount of water per capita is decreasing day by day with the increasing population, however, in the sources that can be accessed in the literature review, there are not enough studies on the post-use recycling of swimming pool water and only briefly mentioned in some studies. In the literature search on this subject in our country, there are Regulation on the Management of Swimming Water Quality (2011), Department of Environmental Health, Ministry of Health Pool

Regulation (2011), Investigation of the criteria for the suitability of public swimming pools for human health in Turkey (2008), New Pool Water Regulation (2020) are available. In this study, it is aimed to determine the current situation regarding health in indoor and outdoor swimming pools, to reveal the deficiencies and to contribute to their elimination.

Keywords: environmental health, swimming pool waters, legislation, hygiene

GİRİŞ

Su, yaşamın temel ihtiyaçlarından biri olmasının yanı sıra, insan sağlığı üzerinde doğrudan etkili bir unsurdur. Özellikle yüzme havuzları, hem spor hem de eğlence amacıyla yaygın olarak kullanılan su kaynaklarıdır. Ancak, bu alanlar hijyenik kurallar gözetilmediğinde halk sağlığını tehdit edebilecek çeşitli sorunlara zemin hazırlayabilir. Bu nedenle yüzme havuzlarının düzenli olarak denetlenmesi, insan sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (World Health Organization [WHO], 2020) belirttiği üzere, yüzme havuzlarının hijyenik standartlara uygunluğu bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Yüzme havuzları, hem sağlıklı yaşamın bir parçası hem de turizm sektöründe önemli bir yere sahip olan tesislerdir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de yüzme havuzlarının sağlık açısından denetimi, halk sağlığının korunması adına büyük önem taşımaktadır. Yüzme havuzlarının hijyenik koşullarda işletilmesi, bulaşıcı hastalıkların ve alerjik rahatsızlıkların önlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, kamu sağlığını korumak amacıyla çeşitli yönetmelikler ve yasal düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. Yüzme havuzlarının sağlıklı bir şekilde işletilmesi ve denetlenmesi, sadece bireylerin sağlığını korumakla kalmayıp aynı zamanda turizm sektörüne de katkı sağlamaktadır. Yüzme havuzlarının sağlıklı koşullarda işletilmemesi durumunda, suda bulunan patojenlerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği bilinmektedir. Bu patojenler, genellikle suyun hijyeninin yetersiz olmasından kaynaklanır ve bu durum, özellikle kapalı yüzme havuzlarında daha fazla risk oluşturur. Ayrıca, yüzme havuzları, özellikle turistik bölgelerde, hem yerli hem de yabancı turistler için önemli bir eğlence ve dinlenme alanıdır. Bu nedenle, yüzme havuzlarının hijyen standartlarına uygun olarak yönetilmesi, turizm sektörünün sürdürülebilirliği için de kritik bir unsurdur.

Yüzme havuzlarında sağlığın korunması için alınması gereken önlemler, sadece suyun kimyasal ve fiziksel özelliklerinin izlenmesiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda, havuz çevresinin temizliği, suyun pH seviyesinin kontrolü, klorlama gibi işlemlerle hijyenin sağlanması gerekmektedir. Bunun yanında, yüzme havuzlarına dair yasal düzenlemelerin uygulanması da önemli bir faktördür. Türkiye'de ve dünya genelinde, yüzme havuzlarına ilişkin belirli standartlar ve yönetmelikler, bu alandaki sağlık risklerini en aza indirmek amacıyla oluşturulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, 06.03.2011 tarihli "Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik" ve 2020 tarihli "Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği" gibi yasal çerçeveler doğrultusunda yüzme havuzlarının sağlık açısından denetlenmesi, hijyen koşullarının sağlanması, numune alınması ve izlenmesi gereken hususları incelemektir. Ayrıca, dünya genelinde ve Türkiye'de yüzme havuzlarına ilişkin yapılan uygulamaları karşılaştırarak, bu alandaki mevcut durum ve gelişmeler değerlendirilecektir.

Bu çalışma, yüzme havuzlarının sağlık açısından denetlenmesi ve hijyenik şartların sağlanması için gerekli önlemleri belirlemek amacıyla yapılmış olup, hem yerel yönetimler hem de turizm sektörü için önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, yüzme havuzlarında karşılaşılan sağlık sorunlarının çözülmesine yönelik politika önerileri de sunulacaktır.

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de açık ve kapalı yüzme havuzlarının sağlık açısından mevcut durumunu incelemek ve eksiklikleri ortaya koyarak çözüm önerileri sunmaktır. Çalışma kapsamında, 06.03.2011 tarihli "Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik" ve diğer ilgili mevzuatlar esas alınarak havuz suyu kalitesi ile hijyenik standartlar değerlendirilecektir. Ayrıca, turizm sektöründe önemli bir yere sahip olan yüzme havuzlarının, çevre sağlığı açısından nasıl daha sürdürülebilir hale getirilebileceği de ele alınacaktır (Sağlık Bakanlığı, 2011).

Bu çalışmanın temel amacı, yüzme havuzlarının sağlık açısından denetlenmesi ve hijyenik koşulların sağlanması için mevcut yasal düzenlemeler ve yönetmelikler doğrultusunda uygulanan standartları

incelemektir. Çalışma, yüzme havuzlarındaki su kalitesinin izlenmesi, bulaşıcı hastalıkların ve alerjik rahatsızlıkların önlenmesi için gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak amacıyla, yasal mevzuat ve denetim süreçlerini detaylandırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, yüzme havuzlarında sağlık açısından ortaya çıkan sorunların ve bu sorunların çözülmesine yönelik stratejilerin belirlenmesi de çalışma kapsamında ele alınacaktır.

Yüzme Havuzlarındaki Hijyen Standartlarının İncelenmesi: Yüzme havuzlarında suyun hijyenik koşullarda tutulması için gerekli olan fiziksel ve kimyasal işlemlerin araştırılması.

Yasal Mevzuatın Değerlendirilmesi: Türkiye'deki ve dünya genelindeki yüzme havuzlarına ilişkin yönetmeliklerin incelenmesi, özellikle “Yüzme Sularının Tabii Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik” ve “Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği” gibi düzenlemelerin etkinliğinin değerlendirilmesi.

Numune Alma ve Denetim Süreçlerinin İncelenmesi: Yüzme havuzlarından numune alma tekniklerinin ve denetim süreçlerinin analiz edilmesi, sağlık riski taşıyan unsurların tespiti için uygulanan yöntemlerin değerlendirilmesi.

Sağlık Sorunlarının Önlenmesi: Yüzme havuzlarında karşılaşılan sağlık sorunlarının (bulaşıcı hastalıklar, alerjik reaksiyonlar vb.) önlenmesi için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi.

Turizm Bağlamında Yüzme Havuzlarının Rolünün İncelenmesi: Yüzme havuzlarının turizm sektöründeki önemini ve çevre sağlığına olan katkılarının incelenmesi.

Son olarak, bu çalışma, yüzme havuzlarının işletilmesinde karşılaşılan sağlıkla ilgili sorunlara çözüm önerileri sunmayı ve mevcut yönetmeliklerin etkinliğini artırmak için politika geliştirme sürecine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın Önemi ve Kapsamı

Bu çalışmanın önemi, yüzme havuzlarının sağlığı doğrudan etkileyebilecek bir ortam oluşturması ve bunun düzenli bir şekilde denetlenmesinin gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Yüzme havuzları, halk sağlığı açısından önemli bir rol oynamaktadır; çünkü hijyenik olmayan ve sağlık standartlarına uymayan yüzme havuzları, bulaşıcı hastalıkların yayılmasına, alerjik reaksiyonların ortaya çıkmasına ve diğer sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu durum, yalnızca bireylerin sağlığını tehdit etmekle kalmaz, aynı zamanda turizm ve rekreasyonel alanlar için de olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Çalışma, yüzme havuzlarının su kalitesinin izlenmesi, hijyenik şartların sağlanması ve düzenli denetimlerin yapılması açısından önemli bir katkı sağlamaktadır. Ayrıca, yüzme havuzlarında kullanılan suyun geri dönüşümü ve sürdürülebilir yönetimi konusunda yapılan sınırlı çalışmaların üzerine yenilikçi öneriler getirilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle, hem ülke genelinde hem de dünya çapında yüzme havuzlarının yönetimi konusunda çeşitli eksikliklerin giderilmesine yönelik politika geliştirme ve iyileştirme sağlanması adına önemli bir kaynak sunmaktadır.

Son yıllarda artan nüfus ve su kaynaklarının hızla tükenmesi, suyun daha verimli ve sağlıklı kullanımı konusunu gündeme getirmiştir. Yüzme havuzları gibi yoğun kullanılan su kaynaklarının sağlıklı bir şekilde yönetilmesi, halk sağlığını korumak için hayati bir öneme sahiptir (Akbulut & Doğan, 2013). Bununla birlikte, literatürde yüzme havuzlarında kullanılan suyun geri dönüşümüne dair yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de yüzme havuzlarının insan sağlığı açısından mevcut durumu üzerine odaklanarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde havuz hijyenine yönelik en iyi uygulamalar ve sürdürülebilir yönetim stratejileri tartışılacaktır (Demir, 2017; Kaya & Yılmaz, 2021).

Bu kapsamda çalışma, turizm sektörü açısından da yüzme havuzlarının ekonomik ve çevresel etkilerini ele alacaktır. Turizmde önemli bir çekim unsuru olan yüzme havuzlarının denetimi, hem kullanıcı sağlığını koruma hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlama adına büyük bir gereklilik taşımaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Çalışmanın kapsamı, Türkiye'deki yüzme havuzları ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda uluslararası standartlar ve uygulamalarla karşılaştırma yaparak, global düzeydeki uygulamalarla entegrasyon ve iyileştirme fırsatlarını araştırmaktadır. Çalışma, yasal mevzuatlar, hijyen standartları, numune alma teknikleri, denetim süreçleri, yüzme havuzlarında karşılaşılan sağlık sorunları, suyun geri dönüşümü gibi birçok farklı başlığı kapsamaktadır. Bunun yanı sıra, çalışmada yer alan literatür taramaları, turizm sektöründe yüzme havuzlarının rolü ve uygulanan yönetmeliklerin karşılaştırılması gibi konularla, sektördeki eksikliklere ışık tutmayı ve bu alandaki bilgi boşluklarını doldurmayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın, yüzme havuzlarının sağlık açısından denetlenmesi ve iyileştirilmesi konusunda akademik bir bakış açısı sunmakla birlikte, ilgili kamu kurumlarına, sağlık ve çevre

yöneticilerine, turizm sektörü profesyonellerine, araştırmacılara ve ilgili alanlardaki diğer paydaşlara önemli bilgiler ve çözüm önerileri sunması beklenmektedir.

ARAÇ VE YÖNTEM

Yöntemsel Yaklaşım

Bu çalışmada, yüzme havuzlarının çevre sağlığı ve hijyen standartlarına uygunluğunu değerlendirmek için nitel ve nicel araştırma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Nitel analiz kapsamında ilgili yönetmeliklerin içerik analizi yapılmış, nicel analizde ise mevcut havuz suyu denetim verileri incelenmiştir. Araştırma, literatür taramasına dayalı olup Türkiye’de ve dünyada yürürlükte olan yönetmelikler ile standartlar karşılaştırılmıştır.

Araştırmada çevre sağlığı ve hijyenin korunması için yüzme havuzlarında uygulanması gereken standartlar ele alınmış ve bu standartların değerlendirilmesinde literatür taraması ile saha gözlemlerinden elde edilen veriler birleştirilmiştir. Çalışmanın teorik çerçevesi, Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Dairesi Başkanlığı tarafından yayımlanan yönetmeliklere ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) rehberlerine dayanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2011; WHO, 2020).

Veri Toplama ve Analiz Süreci

Veri toplama sürecinde, havuz suyu denetimlerine ilişkin raporlar, ulusal ve uluslararası yönetmelikler, bilimsel makaleler ve istatistiksel veriler incelenmiştir.

Ulusal Yönetmelikler ve Kılavuzlar: "Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik" (2011) ve "Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği" (2020) detaylı şekilde analiz edilmiştir.

Uluslararası Standartlar: Dünya Sağlık Örgütü’nün yüzme suları için yayımladığı raporlar ve Avrupa Birliği havuz standartları dikkate alınmıştır (WHO, 2020).

Saha Verileri: Türkiye’de kamuya ait yüzme havuzlarının denetim sonuçları ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan istatistiksel raporlar değerlendirilmiştir.

Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi uygulanmış, yönetmeliklerin genel yapısı ve uygulamada karşılaşılan sorunlar karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Ayrıca, yüzme havuzlarının hijyen standartlarına uygunluğu ile ilgili eksikliklerin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerin literatürdeki dayanakları araştırılmıştır.

Kullanılan Yönetmelik ve Mevzuat

Araştırmada temel alınan yönetmelikler ve mevzuatlar şunlardır;

Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik (2011): Bu yönetmelik, yüzme havuzlarının hijyen standartlarını ve numune alma prosedürlerini detaylandırmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2011).

Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği (2020): Havuzların işletme ve denetim süreçlerinde uyulması gereken yeni kriterleri belirler. Bu yönetmelikte suyun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri standart hale getirilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Türkiye’de Kamuya Ait Yüzme Havuzlarının İnsan Sağlığına Uygunluk Kriterleri: Havuzların kamu sağlığına uygunluk düzeylerini analiz eden bu çalışmada, geçmiş yıllarda yapılan saha denetimleri değerlendirilmiştir (Akbulut ve Doğan, 2013).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Rehberi: Dünya genelinde uygulanan yüzme suyu standartlarını ve hijyen ilkelerini belirler. WHO rehberi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve havuz hijyeninin sağlanması açısından önemli bir referanstır (WHO, 2020).

Yönetmeliklerin ve rehberlerin karşılaştırılması sonucunda, Türkiye’de uygulanan standartların Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü standartlarına büyük ölçüde uyum sağladığı, ancak denetim süreçlerinde daha ileri teknolojilerin kullanılması gerektiği tespit edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yüzme Havuzlarında Sağlık Sorunları

Yüzme havuzları, doğru işletilmediğinde ve hijyen standartlarına uyulmadığında, çevre sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturabilir. Havuz sularında biriken mikroorganizmalar, yetersiz dezenfeksiyon uygulamaları ve insan kaynaklı kirlilik faktörleri, hem kullanıcı sağlığını hem de çevreyi

etkiler (Sağlık Bakanlığı, 2011). Araştırmalara göre, havuz suyunda klor seviyesi, pH dengesi ve mikrobiyolojik parametrelerin düzenli kontrol edilmemesi, bulaşıcı hastalıkların artışına neden olmaktadır (WHO, 2020).

Bulaşıcı Hastalıklar ve Alerjik Rahatsızlıklar

Yüzme havuzlarında en yaygın bulaşıcı hastalıklar arasında gastrointestinal enfeksiyonlar, kulak enfeksiyonları ve cilt rahatsızlıkları bulunmaktadır (Akbulut & Doğan, 2013). Ayrıca, havuzlarda kullanılan kimyasal dezenfektanlar, alerjik reaksiyonlara ve solunum yolu problemlerine yol açabilmektedir. Örneğin, yüksek düzeyde klor içeren havuz suları, astım semptomlarını tetikleyebilir (WHO, 2020). Avrupa'da yapılan bir çalışmada, hijyenik koşullara uyulmayan havuzların %30'unda *Cryptosporidium* ve *Giardia* gibi patojenlere rastlanmıştır (ECDC, 2019). Türkiye'de ise Sağlık Bakanlığı verileri, 2015-2020 yılları arasında havuz kaynaklı enfeksiyon vakalarında %12'lik bir artış olduğunu göstermektedir.

Hijyen Standartlarının İncelenmesi

Türkiye'de hijyen standartları, "Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik" (2011) ve "Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği" (2020) ile düzenlenmiştir. Bu yönetmelikler, havuz suyu mikrobiyolojik analizlerini, klor ve pH seviyelerini belirlemektedir (Sağlık Bakanlığı, 2011). Ancak saha uygulamaları, denetimlerin yetersiz kalabildiğini göstermektedir. Örneğin, bir araştırmada Türkiye'deki yüzme havuzlarının %40'ının hijyen standartlarına uygun olmadığı tespit edilmiştir (Doğan & Yılmaz, 2019).

Numune Alma Teknikleri ve Denetim Süreçleri

Numune alma, havuz sularının mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerini gerçekleştirmek için kritik bir aşamadır. Numune alma işlemlerinde, suyun yüzeyden ve derinliklerden alınması gerekliliği belirtilmektedir (WHO, 2020). Türkiye'deki uygulamalarda, özellikle yaz aylarında artan havuz kullanım yoğunluğuna rağmen, denetim sıklığının düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, örnekleme sırasında kullanılan teknik ekipman ve personelin yeterliliği, sonuçların doğruluğunu etkileyen önemli bir faktördür (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Turizmde Yüzme Havuzlarının Rolü

Yüzme havuzları, özellikle turizm sektöründe konaklama tesislerinin cazibesini artıran önemli bir unsurdur. Araştırmalara göre, otel ve tatil köylerinde havuz hijyenine yönelik tüketici beklentileri oldukça yüksektir (Gürkan & Arslan, 2020). Ancak hijyen standartlarına uyulmaması, sağlık risklerinin yanı sıra turizm gelirlerini de olumsuz etkileyebilir. Örneğin, Avrupa'da yüzme havuzlarındaki hijyen sorunları nedeniyle 2018 yılında turizm sektörü 150 milyon euro kayıp yaşamıştır (ECDC, 2019).

Havuz Sularının Kullanım Sonrası Geri Dönüşümü

Literatür incelemesi, havuz sularının kullanım sonrası geri dönüşümüne dair çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Ancak bazı ülkelerde, suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı konusunda yenilikçi uygulamalar bulunmaktadır. Örneğin, İsrail'de havuz suyu geri dönüşümü ile %60'a varan su tasarrufu sağlanmaktadır (Ben-David, 2017). Türkiye'de ise bu konuda kapsamlı bir politika henüz geliştirilmemiştir.

Türkiye ve Dünya Uygulamalarının Karşılaştırması

Türkiye'deki uygulamalar, Avrupa Birliği ülkelerine kıyasla standartların oluşturulmasında genel olarak benzerlik göstermektedir. Türkiye'de yüzme havuzları genellikle ayda bir olmak üzere düzenli şekilde denetlenirken, Almanya gibi ülkelerde bu sayı yılda 12 veya daha fazla olabilir (WHO, 2020). Dünya genelinde gelişmiş ülkeler su analizinde ileri teknoloji kullanırken, Türkiye'de bu alanda yapılan yatırımların artması gerektiği vurgulanmaktadır. Türkiye'deki yüzme havuzlarının hijyenik uygunluk oranı %65 olarak raporlanmışken, bu oran Avrupa'da %85 düzeyindedir (ECDC, 2019; Sağlık Bakanlığı, 2011). Bu durum, özellikle denetim süreçlerinde kullanılan teknolojiler ve eğitimli personel sayısının artırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, yüzme havuzlarında sağlık sorunları, hijyen standartları, yasal mevzuatlar, denetim süreçleri ve ulusal ile uluslararası uygulamaların karşılaştırılması ele alınmıştır. Yüzme havuzları, hem halk sağlığı açısından hem de turizm sektöründeki önemleri nedeniyle titiz bir şekilde denetlenmesi gereken tesislerdir. Havuz sularındaki mikrobiyolojik ve kimyasal analizler, sağlık sorunlarının önlenmesi için büyük önem taşımaktadır. Sağlık Bakanlığı'nın belirlediği "Yüzme Sularının Tabi Olacağı Sağlık Esasları Hakkında Yönetmelik" ve "Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği" gibi mevzuatlar, yüzme havuzlarında hijyenin sağlanmasında önemli bir kılavuz işlevi görmektedir. Ancak bu mevzuatların etkin şekilde uygulanabilmesi için denetim sıklığının artırılması ve denetimlerin daha detaylı hale getirilmesi gerekmektedir.

Yüzme havuzlarında karşılaşılan sağlık sorunları arasında, en yaygın olanları bulaşıcı hastalıklar ve alerjik reaksiyonlar olarak belirlenmiştir. Yetersiz dezenfeksiyon uygulamaları ve kimyasal madde kullanımı, havuz kullanıcılarının sağlığını tehdit etmektedir. Özellikle suyun pH seviyesi, klor içeriği gibi kimyasal parametrelerin dengede tutulmaması, mikroorganizmaların çoğalmasına ve bunun sonucunda sağlık problemlerinin artmasına neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra, havuz sularındaki hijyen standartlarının düzenli denetimlere tabi tutulmaması, insan sağlığı açısından büyük riskler oluşturacaktır.

Turizm sektörü, yüzme havuzlarının sağladığı imkanları oldukça fazla kullanmakta ve bu havuzların hijyenik koşulları turizm işletmeleri için büyük önem taşımaktadır. Hijyenik koşulların sağlanmaması, kullanıcı memnuniyetini düşürebileceği gibi, sağlık sorunlarının yayılmasına da sebep olabilmektedir. Yapılan araştırmalar, havuz hijyenine dikkat etmeyen tesislerin hem sağlık açısından hem de turizm gelirleri açısından kayıplara uğrayabileceğini göstermektedir.

Havuz sularının kullanım sonrası geri dönüşümü konusunda ise dünya genelinde örnek teşkil edebilecek bazı başarılı uygulamalar bulunmaktadır. İsrail gibi ülkeler, havuz suyu geri dönüşümü konusunda oldukça ileri düzeyde çalışmalara imza atmıştır. Türkiye'de ise bu alanda çalışmalar sınırlıdır ve daha fazla araştırma ve yatırım yapılması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Su tasarrufu ve çevre dostu uygulamaların geliştirilmesi, gelecekteki havuz işletmeleri için kritik önem taşımaktadır.

Ulusal düzeyde yapılan değerlendirmeler, Türkiye'deki yüzme havuzlarının büyük kısmının sağlık standartlarına uygun olmadığını ortaya koymaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırıldığında, Türkiye'deki denetim süreçlerinin yetersiz olduğu ve sıklıkla hijyen standartlarına uyulmadığı tespit edilmiştir. Bu da, yüzme havuzlarında sağlık problemleri riskini artıran önemli bir faktördür.

Yüzme havuzları, hem turizm sektörü hem de toplum sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Ancak, havuzların sağlık standartlarına uygun şekilde yönetilmemesi durumunda, bulaşıcı hastalıklar ve alerjik rahatsızlıklar gibi ciddi sağlık riskleri ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, yüzme havuzlarının denetimi, hem çevre sağlığı hem de halk sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir.

Sonuç olarak, yüzme havuzlarının çevre sağlığı ve hijyen açısından uygun koşullarda işletilmesi, yalnızca bireylerin sağlık risklerini azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda turizm sektörünün sürdürülebilir büyümesine de katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'de yüzme havuzları ile ilgili yasal düzenlemelerin uygulanabilirliği artırılmalı, denetim süreçleri daha sistematik hale getirilmelidir. Ayrıca, havuz sularının geri dönüşümü üzerine daha kapsamlı araştırmalar yapılmalı ve bu alandaki teknolojik yeniliklerden faydalanılmalıdır.

Bu çalışmanın, hem yüzme havuzlarının mevcut durumunun değerlendirilmesine hem de eksikliklerin giderilmesine yönelik öneriler sunması bakımından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gelecekteki araştırmalarda, yüzme havuzlarının daha verimli yönetimi ve sürdürülebilirlik perspektifinin artırılması için disiplinler arası çalışmaların önemi vurgulanmalıdır.

Sonuç olarak, yüzme havuzlarının sağlık açısından güvenli ve hijyenik olabilmesi için mevzuatların etkin bir şekilde uygulanması, denetim süreçlerinin sıklaştırılması ve hijyenik standartların sürekli olarak gözden geçirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yüzme havuzlarının yönetiminde kullanılan teknolojilerin geliştirilmesi, suyun geri dönüşümünün sağlanması ve çevre dostu uygulamalara ağırlık verilmesi, hem sağlık hem de çevre sağlığı açısından büyük faydalar sağlayacaktır. Bu çalışmanın önerileri doğrultusunda yapılacak iyileştirmeler, hem halk sağlığını koruyacak hem de turizm sektörünün sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akbulut, T., & Doğan, M. (2013). Yüzme havuzlarının sağlık açısından değerlendirilmesi. DergiPark.
- evre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). Yeni Havuz Suyu Yönetmeliği. Resmi Gazete.
- Demir, A. (2017). evre sağlığı ve yüzme havuzlarında hijyen standartları. DergiPark.
- Kaya, H., & Yılmaz, Z. (2021). Turizm ve evre sağlığı bağlamında yüzme havuzlarının rolü. DergiPark.
- Sağlık Bakanlığı. (2011). Yüzme Suları Yönetmeliği.
- Akbulut, A., & Doğan, F. (2013). Türkiye’de kamuya ait yüzme havuzlarının insan sağlığına uygunluk kriterlerinin araştırılması. DergiPark.
- Ben-David, R. (2017). Water recycling in swimming pools: A sustainable approach. Water Science and Technology Journal, 75(4), 1253-1262.
- Doğan, A., & Yılmaz, E. (2019). Yüzme havuzlarında hijyen standartları: Türkiye örneği. Sağlık ve evre Dergisi, 7(2), 45-58.
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2019). Cryptosporidium and Giardia outbreaks in swimming pools: A European perspective.
- Gürkan, T., & Arslan, Z. (2020). Turizm sektöründe yüzme havuzlarının önemi: Hijyen standartlarının rolü. Turizm ve evre Araştırmaları Dergisi, 12(1), 78-89.
- World Health Organization (WHO). (2020). Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Swimming Pools. Geneva: WHO.



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

KOVID-19 PANDEMİSİ SONRASINDA TÜRKİYE'DE BİYOSENSÖR TEKNOLOJİSİNİN GELİŞİMİ VE DÜNYADAKİ ÇALIŞMALARLA GÖRE KONUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Can TÜFEKÇİ^{1,*}, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²

¹*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye,*

240603073@bakircay.edu.tr

²*İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,*

burak.tas@bakircay.edu.tr

ozge.ozmen@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 240603073@bakircay.edu.tr

ÖZET

Kovid-19 salgını dünya toplumları üzerinde maddi ve manevi birçok yıkıma sebep olmuştur. Salgın sonrasında büyük bir ekonomik buhran yaşanmış ve devlet yönetimleri ile ekonomileri sarsılmıştır. Bu durum, sağlık alanında yapılan bilimsel çalışmalara ağırlık vermeye yol açmıştır. Önleyici tedbirlerin alınabilmesi için hastalığın erken teşhisi büyük önem arz etmektedir. Böylelikle son yıllarda sağlık alanındaki bilimsel çalışmaların yönü sensör teknolojilerine kaymıştır. Sensörlerin sağlık alanındaki uygulamalarında en önemli amaç, kişi üzerinden düzenli veriler alabilmek ve takipte stabiliteyi sağlayabilmektir. Bu durumda sensörün vücut metabolizmasına zarar vermemesi gerekmektedir. Bu yüzden sensörlerin biyolojik malzemelerden üretilmesi ve bu problemin aşılması amaçlanmıştır. Biyomalzeme kullanılarak biyosensörler üretilmiş ve hasta ya da hasta adaylarından daha sağlıklı veriler alınabilmesi sağlanmıştır. Özellikle kovid-19 pandemisi sonrası ülkemizde de biyosensör çalışmaları ağırlık kazanmış ve yeni salgınlara karşı hazırlıklı olunması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, kovid-19 pandemisi sonrasında Türkiye'deki biyosensör teknolojisinin gelişim süreci ele alınmıştır. Daha sonra, ülkemizde üretilen biyosensörler ile farklı ülkelerde gerçekleştirilmiş veya devam eden biyosensör uygulamaları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, ülkemizde son yıllarda diğer ülkelerde de olduğu gibi biyosensör teknolojisi ve biyosensör üretimi konusunda iyi bir aşamaya geldiği tespit edilmiştir. Yeni bir salgın durumunda, analitlerin tespiti ve sonrasında biyosensörü üretme işleminin hızlı bir şekilde gerçekleştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kovid-19, analit, biyosensör, sağlık teknolojileri.

DEVELOPMENT OF BIOSENSOR TECHNOLOGY IN TURKEY AFTER THE COVID-19 PANDEMIC AND EVALUATION OF ITS POSITION ACCORDING TO STUDIES IN THE WORLD

ABSTRACT

The Covid-19 epidemic has caused many material and moral destruction to the world's societies. After the epidemic, a major economic crisis occurred and state governments and economies were shaken. This situation has led to an emphasis on scientific studies in the field of health. Early diagnosis of the disease is of great importance so that preventive measures can be taken. Thus, in recent years, the direction of scientific studies in the field of health has shifted to sensor technologies. The most important purpose in the applications of sensors in the field of health is to obtain regular data from the person and ensure stability in follow-up. In this case, the sensor should not harm the body metabolism. Therefore, it is aimed to produce sensors from biological materials and overcome this problem. Biosensors have been produced using biomaterials and it has been possible to obtain more reliable data from patients or patient candidates. Especially after the Covid-19 pandemic, biosensor studies have gained importance in our country and it is aimed to be prepared against new epidemics. In this study, the development process of biosensor technology in Turkey after the covid-19 pandemic was discussed. Then, the biosensors

produced in our country and the biosensor applications implemented or ongoing in different countries were compared. As a result, it has been determined that our country has reached a good stage in biosensor technology and biosensor production, as in other countries in recent years. It was concluded that in the event of a new epidemic, the detection of analytes and subsequent production of the biosensor can be carried out quickly.

Keywords: Covid-19, analyte, biosensor, health technologies.

GİRİŞ

Genetik, beslenme, stres vb. sebeplerden dolayı her geçen gün hastalıkların sayısı artmaktadır. Kanser ve kronik hastalıklar günümüzün sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Özellikle kanser gibi tedavisi zor ve zaman alıcı hastalıkların erken teşhisi, hastanın hayatının kurtarılabilmesi açısından önemlidir. Çünkü erken teşhis, tedavi sürecinin olumlu sonuçlanma ihtimalini artırır. Bu sayede hastalar kısa süre içerisinde eski sağlığına kavuşabilmekte ve normal hayatına geri dönmektedir. Klasik yöntemlerle kanserin tespit edilmesi, hem maliyetli hem de zaman alıcı tıbbi ekipmanlarla yapılabilmektedir (Bray, F. , 2018). Bu noktada maliyet ve zaman optimizasyonu yapıldığında en avantajlı medikal cihaz olarak biyosensörler öne çıkmaktadır. Biyosensörlerin ucuz ve hızlı sonuçlar vermesi erken teşhis için kolaylık sağlamaktadır. Bu çalışmada, devletlerin ekonomilerini ve toplumların psikolojik sağlığını sarsan covid-19 pandemisi (2020-2023) sonrasında Türkiye'nin ve diğer ülkelerin biyosensörler hakkında yaptığı çalışmalar karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda, Türkiye'deki biyosensör teknolojisinin durumu değerlendirilmiş ve gelecek perspektifi ortaya konulmuştur.

ARAÇ VE YÖNTEM

Biyosensörler, biyolojik algılayıcıların hassasiyeti ile fiziksel dönüştürücü (transdüser) teknolojisinin bir araya gelmesiyle üretilen cihazlardır. Biyolojik algılayıcılar yani analitler, enzimler, antikorlar ve nükleotid asit gibi biyolojik maddelere tepki verirler (Keskin, M., 2020). Dönüştürücüler ise bu biyolojik reaksiyonları elektriksel, optiksel ya da piezoelektrik sinyallere dönüştürürler (Tüylek, Z. , 2021). Son aşamada ise, bu sinyalleri algılayan sistem bir ekran üzerinde görselleştirerek verilerin anlaşılır hale gelmesini sağlar.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bir biyosensörün üretimindeki temel prensip, algılanacak enzim, molekül vb. maddeye tepki vermesidir. Elde edilen bu tepki, gıda güvenliğini sağlama, makine performansını takip etme, hastalığı teşhis etme gibi çeşitli konularda karar almamızı sağlar. Tablo 1'de covid-19 pandemisi sonrası Türkiye ve diğer ülkelerde yapılan biyosensör çalışmalarının hangi hastalıkların teşhisi üzerine odaklandıklarını göstermektedir.

Tablo 1. Covid-19 pandemisi sonrası Türkiye ve diğer ülkelerde biyosensör çalışmalarının yoğunlaştığı hastalıklar

Türkiye	Diğer Ülkeler
Meme Kanserin Teşhisi (Piskin, A. K. O. , 2024)	Beyin Kanserin Teşhisi (Ehtiati, S. vd. , 2024)
Yumurtalık Kanseri (Kivrak, E., & Kara, P. 2025)	Akciğer Kanserin Teşhisi (An, J. vd. 2024)
İnsülin Ölçümü (Yaşar, Ü. vd. 2024)	Meme Kanserin Teşhisi (Kiani, P. vd. , 2024)
Kolesterol Ölçümü (Özbek, Z. 2023)	Prostat Kanserin Teşhisi (Zamri, A. Z. M. vd. 2024)
	Karaciğer Kanserin Teşhisi (Fattahi, M. vd. 2024)
	Böbrek Üstü Bezleri Kanserin Teşhisi (Senapati, S. vd. , 2024)

Rahim Ağzı Kanserinin Teşhisi(Senapati, S. vd. , 2024)
Rahim Ağzı Kanserinin Teşhisi(Senapati, S. vd. , 2024)
Cilt Kanserinin Teşhisi(Senapati, S. vd. , 2024)
Tiroit Kanserinin Teşhisi(Li, S. vd. 2024)
Yumurtalık Kanserinin Teşhisi(Ahmadi, S. vd. 2023)
Ağız Kanserinin Teşhisi(Li, J. vd. 2024)
İnsülin Ölçümü(Satya, A., & Bhattacharjee, A.,2024)
Kolesterol Ölçümü(Kim, J. vd. 2024)

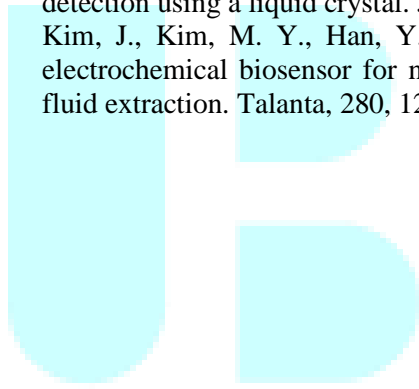
SONUÇ

Kovid-19 salgını öncesinde, biyosensör çalışmaları Türkiye’de sağlık alanında aktif bir rol almamıştır. Kovid-19 salgını sürecinde, hastalığın teşhisi üzerine yoğun çalışmalar yapılmış ancak olumlu sonuçlar alınana kadar yüksek oranda can kaybı yaşanmıştır. Bu durum devletleri her an oluşabilecek salgınlara karşı hazırlıklı olmaya sevk etmiştir. Bu pandemi sonrasında biyosensör çalışmaları özellikle Türkiye’de ciddi bir aşama kaydetmiştir ve hızlı bir şekilde gelişmektedir. Ancak diğer ülkelerdeki biyosensör alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde, daha fazla sayıda hastalıklar üzerine çalışmalar devam ederken ülkemizde bu durumun daha kısıtlı sayıda hastalık için gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. İlerleyen dönemlerde Türkiye’deki biyosensör çalışmalarının daha çok artacağını ve dünyaki çalışmalarını yakalayacağını düşünmekteyim.

KAYNAKLAR

- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 68(6), 394-424.
- Keskin, M., & Arslan, F. (2020). Biyosensörler. *Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, 1(1-2), 51-60.
- Tüylek, Z. (2021). Biyoteknolojide Biyosensör ve Biyoçip Uygulamaları. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(3), 468-490.
- Piskin, A. K. O. (2024). Meme kanseri hücresi tanımlayan biyosensör. *Ege Tıp Dergisi*, 63(3), 396-403.
- Kivrak, E., & Kara, P. (2025). Simultaneous detection of ovarian cancer related miRNA biomarkers with carboxylated graphene oxide modified electrochemical biosensor platform. *Bioelectrochemistry*, 161, 108806.
- Yaşar, Ü., Kökbaş, U., & Yaşar, Z. G. (2024). Design of an Insulin Tracer Protein-Based Biosensor for Insulin Determination. *Medical Records*, 6(2), 255-259.
- Özbek, Z. (2023). Kolesterol Tayini için Biyosensör Geliştirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Teknolojileri ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 6(1), 63-74.
- Ehtiati, S., Ghasemi, H., Rafiee, M., Sani, M. Z., Hosseini, S. E., Kazerouni, H. M., ... & Khatami, S. H. (2024). Non-coding RNA biosensors for early detection of brain cancer. *Clinica Chimica Acta*, 120041.
- An, J., Zhang, M., Fu, Y., Zhang, Q., Si, Y., Zhang, Y., ... & Zhang, D. (2024). Emerging electrochemical biosensors for lung cancer-associated protein biomarker and miRNA detection. *International Journal of Biological Macromolecules*, 135972.
- Kiani, P., Vatankhahan, H., Zare-Hoseinabadi, A., Ferdosi, F., Ehtiati, S., Heidari, P., ... & Khatami, S. H. (2024). Electrochemical biosensors for early detection of breast cancer. *Clinica Chimica Acta*, 119923.
- Zamri, A. Z. M., Mustafa, M. K., Awang, N. A., Zalkepalı, N. U. H. H., Mahmud, N. N. H. E. N., & Muhammad, N. A. M. (2024). Fiber-laser based on D-shaped fiber biosensor for prostate cancer biomarker detection. *Materials Today: Proceedings*.

- Fattahi, M., Rahdan, F., Shaterabadi, D., Sani, M. Z., Alizadeh, M., Khatami, S. H., ... & Ghasemi, H. (2024). MicroRNA biosensors for the detection of liver cancer. *Clinica Chimica Acta*, 117796.
- Senapati, S., Mishra, M., Sahoo, N., & Tripathy, S. K. (2024). Highly sensitive nitride-based SPR biosensor for efficient adrenal gland/blood/breast/cervical/skin cancer detection. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 45, 100684.
- Li, S., Li, H., Wang, P., & Ma, Q. (2024). Eu-doped chitosan carbon dot/dendritic silver nanostructure-based biosensor for BRAF detection in thyroid cancer exosome. *Microchemical Journal*, 110966.
- Ahmadi, S., Lotay, N., & Thompson, M. (2023). Affinity-based electrochemical biosensor with antifouling properties for detection of lysophosphatidic acid, a promising early-stage ovarian cancer biomarker. *Bioelectrochemistry*, 153, 108466.
- Li, J., Jiang, Q., Chen, M., Zhang, W., Liu, R., Huang, J., & Xu, Q. (2024). An attomolar-level electrochemical DNA biosensor based on target-triggered and entropy-driven catalytic amplification integrated with AuNPs@ ZIF-8 nanocomposites for oral cancer overexpressed 1 detection. *Analytica Chimica Acta*, 1287, 342055.
- Satya, A., & Bhattacharjee, A. (2024). Proposed prototype for a quantitative biosensor for insulin detection using a liquid crystal. *Journal of Molecular Liquids*, 404, 124968.
- Kim, J., Kim, M. Y., Han, Y., Lee, G. Y., Heo, Y. J., & Park, M. (2024). Development of an electrochemical biosensor for non-invasive cholesterol monitoring via microneedle-based interstitial fluid extraction. *Talanta*, 280, 126771.



BAKIRÇAY
ÜNİVERSİTESİ

PIEZOELEKTRİK MALZEMELER VE SAĞLIK ALANINDAKİ KULLANIM ALANLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Aleyna AVCI^{1,*}, Elif Özge ŞİMŞEK¹, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye,

230603085@bakircay.edu.tr

230603063@bakircay.edu.tr

²İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye,

burak.tas@bakircay.edu.tr

ozge.ozmen@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 230603085@bakircay.edu.tr

ÖZET

İnsanoğlu, zamanın her döneminde gerek kişisel gerekse teknolojik gelişimini ilerletmek için çalışmalar yürütmüştür. Bu ilerlemenin temelinde hayatın zor koşullarına karşı elini güçlendirmek amaçlanmıştır. Özellikle teknolojik alanda son yirmi yılda yakalanan ivme, sağlık sektöründeki atılımı da tetiklemiştir. Medikal cihaz teknolojilerine yapılan yatırımlar sayesinde hastalıkların erken teşhisine olanak sağlanmış böylece erken müdahale ile hastalıkların yayılması engellenmiştir. Ayrıca bir diğer yöntem ise hastalığın ilerleyişini durdurarak hastanın durumunun stabil hale getirilmesidir. Bu adımlar sayesinde, veriler incelendiğinde insanın yaşam süresi artmıştır. Sağlık alanında verilebilecek örneklerden birisi de piezoelektrik malzemeler kullanılarak yürütülen çalışmalardır. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilme potansiyeline sahip olan bu malzemeler, medikal sektörde kullanılan sensörler ile çok küçük boyutlu farklı birçok cihazın enerji problemini çözmek için fırsatlar sunmaktadır. Cihazların boyutları küçüldükçe ihtiyaç duyulan enerji seviyesi düşmekte bu da enerji dönüştürme işlemini zorunlu kılmaktadır. Enerji dönüşümü için ise ara devre elemanları kullanmak gerektiğinden sistemin kararlılığı azalmakta ve karmaşıklığı artmaktadır. Bu yüzden piezoelektrik malzemeler aracılığıyla mikro boyutlu dünyada farklı bir alan açılmış, hem çok düşük seviyelerde enerji elde edilebilmesi sağlanmış hem de cihazların kendinden enerjili olma fikri ağırlık kazanmıştır. Bu çalışmada, piezoelektrik malzemelerin sensör üretiminde, kalp pillerinin enerjisini sağlama ve sağlık alanındaki daha birçok farklı uygulamalarına değinilmiş, tercih edilme yoğunluğu araştırılmış ve karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda piezoelektrik malzemelerin sensör teknolojisinde daha yoğun tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Piezoelektrik malzemeler, enerji üretimi ve depolanması, medikal cihazlar, piezoelektrik sensör.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PIEZOELECTRIC MATERIALS AND THEIR USAGE AREAS IN HEALTHCARE

Aleyna AVCI^{1,*}, Elif Özge ŞİMŞEK¹, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²

ABSTRACT

Human beings have carried out studies to advance both their personal and technological development in every period of time. The basis of this progress is to strengthen one's hand against the difficult conditions of life. The momentum gained especially in the technological field in the last twenty years has also triggered the breakthrough in the health sector. Thanks to investments in medical device technology, early diagnosis of diseases has been made possible, thus preventing the spread of diseases with early intervention. Another method is to stabilize the patient's condition by stopping the progression

of the disease. Thanks to these steps, human life expectancy has increased when the data are examined. One of the examples that can be given in the field of health is studies carried out using piezoelectric materials. These materials, which have the potential to convert mechanical energy into electrical energy, offer opportunities to solve the energy problems of sensors used in the medical sector and many different very small devices. As the size of the devices decreases, the required energy level decreases, which necessitates energy conversion. Since it is necessary to use intermediate circuit elements for energy conversion, the stability of the system decreases and its complexity increases. For this reason, a different field has been opened in the micro-sized world through piezoelectric materials, enabling very low levels of energy to be obtained and the idea of self-powered devices gaining importance. In this study, the applications of piezoelectric materials in sensor production, providing energy for pacemakers and many other applications in the field of health were discussed, their preference density was investigated and comparatively analyzed. As a result of the analysis, it was concluded that piezoelectric materials are more preferred in sensor technology.

Keywords: Piezoelectric materials, piezoelectric sensor, energy production and storage, medical devices.

GİRİŞ

Piezoelektrik malzemeler, mekanik enerji ile elektrik enerjisi arasında çift yönlü bir dönüşüm sağlayan özel malzemelerdir. Bu malzemeler, mekanik bir stres uygulandığında elektrik yükü üretebilir (direkt piezoelektrik etki) veya elektrik alanı uygulandığında şekil değiştirebilir (ters piezoelektrik etki) (Chen, S., vd. ,2021). Piezoelektrik malzemeler, sensörlerden aktüatörlere, enerji toplama cihazlarından medikal uygulamalara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir (Zhang, Y. vd. 2021). Sağlık sektöründe bu malzemeler, biyomekanik algılama, medikal görüntüleme, tedavi cihazları ve kablosuz iletişim sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Safari, A., & Akdoğan, E. K. ,2008). Piezoelektrik malzemelerin bu kadar geniş bir yelpazede kullanılmasının ana nedeni, yüksek hassasiyetleri, hızlı tepki süreleri ve enerji verimlilikleridir (Chen, S., vd. ,2021).

Piezoelektrik Malzemelerin Kullanım Alanları

Piezoelektrik malzemeler, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine veya elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürebilme özellikleri sayesinde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu özellikler, sensörlerden enerji hasadına, aktüatörlerden akıllı cihazlara kadar birçok alanda yenilikçi uygulamalara olanak tanır. Literatürde piezoelektrik malzemelerin kullanım alanları incelendiğinde; enerji hasadı(Meng, Y., Chen, G., & Huang, M. (2022); Safari, A., & Akdoğan, E. K. , 2008), sensor teknolojileri(Kwan, J. Y., & Lee, S. J. , 2020), akıllı tekstil ve giyilebilir teknolojiler(Zhu, X., Wang, C., & Yu, X. 2019; Cui, Y., et al. 2017), otomotiv sektörü(Beker, L. , 2023), robotik ve mekanik sistemler(Çalhan, A. vd. , 2019), elektronik ve haberleşme(Aydemir, B. vd. , 2018), endüstriyel uygulamalar(Sevgi, H. E. , 2009), askeri ve havacılık donanımında(Eroğlu, E.), inşaat ve altyapıda (Arslan, M. A. , 2022), sağlık ve tıp (Günaydın, B., & Çaşkurlu, T. 2017) uygulamalarında sık kullanıldığı tespit edilmiştir.

Piezoelektrik Malzemelerin Tıp Alanında Kullanımı

Piezoelektrik kristaller, ultrason dalgalarını üretmek ve geri dönen dalgaları algılayarak ultrason teknolojisinde kullanılmaktadır. Bu cihazlar, gebelik takibinin yanı sıra iç organların detaylı incelenmesi çalışmalarına olanak sağlamaktadır. Ayrıca kan akışını ve damar tıkanıklıklarını kontrol etmede kullanılan doppler ultrasonografi tekniğinin uygulanabilmesi için yine piezoelektrik tabanlı sensörlerden faydalanılmaktadır. Hastane monitörleri ve giyilebilir tıbbi cihazlarda önemli bir rol oynamaktadır. Kan basıncı, solunum hızı ve kalp ritmi gibi hayati belirtileri ölçmek için piezoelektrik tabanlı sensörler, yüksek hassasiyet ve güvenilirlik sunarak hastane monitörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, sürekli hasta izleme ve kablosuz veri aktarımı gibi özellikler sağlayarak hasta konforunu

artırmakta ve sağlık hizmetlerini daha erişilebilir hale getirmektedir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında önemli uygulamalara sahiptir. Piezoelektrik tabanlı aktüatörler, titreşimli tedavi cihazlarında kullanılarak kasların ve dokuların tedavisinde etkili bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, odaklanmış ultrason (FUS) teknolojisinde kullanılan piezoelektrik elemanlar, yüksek yoğunluklu ultrason dalgaları üreterek tümör tedavisi gibi hassas tıbbi uygulamalarda başarıyla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, hem tedavi süreçlerini daha etkili hale getirmekte hem de hastaların iyileşme süreçlerini desteklemektedir. Piezoelektrik implantlar kemik rejenerasyonunda da önemli bir rol oynar; mekanik titreşimler üreterek kemik büyümesini hızlandırabilir ve iyileşme süreçlerini destekleyebilir. Bu özellikler, piezoelektrik teknolojilerin hem enerji üretimi hem de doku yenilenmesi gibi kritik tıbbi uygulamalarda etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır(Dergin, G. , 2006).

ARAÇ VE YÖNTEM

Tablo 1. Piezoelektrik malzemelerin sağlık sektöründeki farklı uygulama alanları ve kullanıldıkları örnek cihazlar.

Uygulama Alanı	Kullanıldıkları Teknoloji	Örnek Cihazlar
Tıbbi Görüntüleme	Piezoelektrik ultrason dalga üreticileri	Doppler ultrasonografi
Hasta İzleme	Biyomekanik sensörler	Kan basıncı monitörleri
Rehabilitasyon ve Tedavi	Piezoelektrik aktüatörler	Titreşimli tedavi cihazları
Cerrahi ve Onkoloji	Odaklanmış ultrason teknolojisi	Tümör tedavi cihazları

Tablo 2. Sağlık sektöründe yaygın olarak kullanılan piezoelektrik malzeme türleri ve bu malzemelerin hangi özellikleri sayesinde farklı uygulamalarda kullanıldığını göstermektedir

Malzemenin Türü	Özellikleri	Uygulanması
Kuvars	Yüksek sıcaklıklara dayanım	Sensörlerde temel eleman olarak
PZT	Yüksek verimlilik	İmplant teknolojisi
PVDF	Biyoyumluluk ve esneklik	Giyilebilir malzemeler
Biyoseramikler	Uzun ömürlülük	Kemik rejenerasyonunda implant malzemesi

Bu çalışmada, piezoelektrik malzemelerin sağlık sektöründeki uygulamalarını incelemek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bilimsel veri tabanlarından elde edilen makaleler ve teknik raporlar analiz edilerek, farklı piezoelektrik malzemelerin kullanım alanları ve bu malzemelerin sağladığı avantajlar değerlendirilmiştir. Veriler, sağlık sektöründe tanı, tedavi ve izleme uygulamalarındaki mevcut kullanım örnekleri üzerinden sınıflandırılmıştır. Ayrıca, piezoelektrik malzemelerin enerji verimliliği, duyarlılık ve fonksiyonellik açısından nasıl bir katkı sunduğunu analiz etmek için güncel cihazlar ve sistemler incelenmiştir. Bu yöntemle, piezoelektrik teknolojilerinin tıp sektöründe nasıl bir dönüşüm gerçekleştirdiği ve gelecekte hangi alanlarda daha etkin bir şekilde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

BULGULAR VE TARTIşMA

Piezoelektrik malzemeler sağlık sektöründe sensörler, aktüatörler ve enerji dönüştürücüler olarak en yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ultrason cihazlarında, piezoelektrik elemanlar ultrason dalgalarını üretmek ve yansıyan dalgaları algılamak için temel bir bileşen olarak görev yapar ve bu cihazlar, gebelik taramalarından tümör teşhisine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Tıbbi sensörlerde ise kan basıncı, solunum hızı ve kalp ritmini ölçmek için piezoelektrik tabanlı sistemler kullanılırken, esnek

piezoelektrik malzemeler giyilebilir tıbbi cihazlarda sürekli hasta izleme ve kablosuz veri aktarımı için tercih edilmektedir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında piezoelektrik aktüatörler, kas ve doku tedavisi için titreşimli tedavi cihazlarında yer alırken, odaklanmış ultrason (FUS) uygulamalarında yüksek yoğunluklu ultrason dalgaları üreterek tümör tedavisinde etkin bir rol oynamaktadır. Ayrıca, piezoelektrik implantlar kemik rejenerasyonunu hızlandırmak için mekanik titreşimler üretirken, biyomekanik enerjiyi (örneğin, kas hareketleri veya kalp atışı) elektriğe dönüştürme yetenekleri sayesinde giyilebilir cihazlara sürdürülebilir güç sağlayabilir. Bu yenilikçi uygulamalar, piezoelektrik malzemeleri sağlık sektöründe teşhis, tedavi ve hasta izleme süreçlerinde vazgeçilmez bir teknoloji haline getirmiştir (Duan, W. H. vd. , 2010).

SONUÇ

Piezoelektrik malzemelerin sağlık sektöründeki uygulamaları, hastaların teşhis ve tedavi süreçlerini iyileştiren yenilikçi teknolojilere öncülük etmektedir. Bu bildiride, piezoelektrik malzemelerin özellikle medikal cihazlardaki kullanımını ele alarak, bu alandaki güncel gelişmeler ve yenilikler üzerinde durulacaktır. Amaç, piezoelektrik teknolojisinin sağlık sektöründe yarattığı dönüşümü anlamak ve bu alandaki potansiyel yeni uygulamalara ışık tutmaktır.

KAYNAKLAR

- Chen, S., Zhou, G., Tian, L., & Zhai, J. (2021). Progress in the applications of smart piezoelectric materials for medical devices. *Materials*, 14(3), 678. <https://doi.org/10.3390/ma14030678>
- Zhang, Y., Zhao, X., Wang, S., & Chen, L. (2021). Bio-piezoelectricity: Fundamentals and applications in tissue engineering. *Advances in Healthcare Materials*, 10(1), 2001236. <https://doi.org/10.1002/adhm.202001236>
- Safari, A., & Akdoğan, E. K. (2008). *Piezoelectric and Acoustic Materials for Transducer Applications*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76540-2>
- Meng, Y., Chen, G., & Huang, M. (2022). Piezoelectric materials for high-temperature applications. *Nanomaterials*, 12(7), 1171.
- Safari, A., & Akdoğan, E. K. (2008). *Piezoelectric and Acoustic Materials for Transducer Applications*. Springer.
- Kwan, J. Y., & Lee, S. J. (2020). Piezoelectric materials in healthcare: Applications and future perspectives. *Advanced Materials Science*, 35(2), 125-137.
- Zhu, X., Wang, C., & Yu, X. (2019). Recent developments in piezoelectric materials for biomedical applications. *Materials Science and Engineering C*, 98, 193-201.
- Cui, Y., et al. (2017). Flexible and stretchable piezoelectric materials for bioelectronics. *Science Advances*, 3(6), e1601745.
- Beker, L. (2023). Uç ağırlıklı piezoelektrik kirişlerin ivmeölçer olarak tasarımı ve sayısal analizi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 39(3), 350-356.
- Çalhan, A., Gündoğdu, K., Cicioğlu, M., & Bayrakdar, M. E. (2019). Vücut Alan Ağları için Enerji Hasadı Ünitesi Tasarımı. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(1), 41-52.
- Aydemir, B., Ayan, E., Elmas, B. S., & Dizdar, H. (2019). Piezoelektrik Kuvvet Ölçme Cihazlarının Yapısı, Avantajları ve Kalibrasyonu. In 4th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2019), Antalya (25-27/04/2019).
- Sevgi, H. E. (2009). Piezoelektrik yamalı katmanlı kompozit bir kirişin titreşim analizi ve kontrolü.
- Eroğlu, E., Diltemiz, S. F., & Kuşhan, M. C. Hava Araçlarında Kullanılan Kompozit Yapılarında Yapısal Sağlık İzleme.
- Arslan, M. A. (2022). İnşaat mühendisliği uygulamalarında sensör ve sensör tabanlı teknolojilerin kullanımı ve katkılarının incelenmesi (Master's thesis, Konya Teknik Üniversitesi).
- Günaydın, B., & Çaşkurulu, T. (2017). Prostat kanserlerinin tedavisinde HIFU'nun yeri HIFU (Yüksek Yoğunluklu Odaklanmış Ultrason). *Cep*, 505, 8141215.
- Dergin, G. (2006). *Implant Osseointegrasyonunda Piezoelektrik Etkinin İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Duan, W. H., Wang, Q., & Quek, S. T. (2010). Applications of piezoelectric materials in structural health monitoring and repair: Selected research examples. *Materials*, 3(12), 5169-5194.

PIEZOELEKTRİK MALZEMELERDEN ÜRETİLEN ELEKTRİK ENERJİSİNİN MİKRO-MEKANİK SİSTEMLERDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

Elif Özge ŞİMŞEK^{1,*}, Aleyna AVCI¹, Burak TAŞ², Özge TÜZÜN ÖZMEN²

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

230603063@bakircay.edu.tr

230603085@bakircay.edu.tr

²İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir, Türkiye

burak.tas@bakircay.edu.tr

ozge.ozmen@bakircay.edu.tr

*Başlıca yazar: 230603063@bakircay.edu.tr

ÖZET

Teknolojinin temel hedefi insanlık yararına olan işleri kolaylaştırmaktır. Bu yüzden en önemli noktalar makro dünyada görülmüş ve çalışmalar bu yönde ilerlemektedir. Ancak mikro ölçekli dünyanın keşfedilmesiyle eğilim son yıllarda bu yöne doğru kaydı. Bir süre sonra da nanoteknoloji insanoğlu için vazgeçilmez bir noktaya geldi. Bu teknolojilerin temas ettiği en önemli dallardan biri ise sağlık teknolojileri alanı olmuştur. İnsan sağlığının takibinin düzgün yapılması, erken teşhis gibi birçok avantajlar sağladığından mikro/nanoteknoloji bu alanda da önemli yer edinmiştir. Özellikle sensörlerin ve diğer tıbbi cihazların boyutunun küçülmesi ve biyolojik malzemelerle üretilebilmesi bu cihazların insan vücuduna entegrasyonunu sağlamıştır. Ancak bu aşamada karşılaşılan en büyük sorun vücuda yerleştirilen mikro- mekanik cihazların enerji ihtiyaçlarının karşılanması ve bunun kesintisiz hale getirilebilmesi olmuştur. Yapılan çalışmalar neticesinde üzerine basınç uygulandığında ya da titreşime maruz kaldığında elektrik enerjisi üretmeye başlayan malzemeler keşfedilmiştir. Bunlar piezoelektrik malzemeler olarak kategorize edilmiş ve kendi enerjisini kendi üretebilen mikro-mekanik cihazların yapısında kullanılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada, piezoelektrik malzemelerden elde edilen elektrik enerjisini kullanabilen mikro-mekanik sistemler incelenmiştir. Bu sistemlerin insan hayatındaki uygulama alanları ve kullandığı enerjinin miktarı, depolanması konuları ele alınmıştır. Sonuçta, piezoelektrik malzemelerden üretilen enerjinin genelde miliwatt seviyesinde ve mikro-mekanik sistemler için kullanıma uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, piezoelektrik malzeme, mikro-mekanik sistemler, sağlık teknolojisi, sensör.

EXAMINATION OF THE USE OF ELECTRICAL ENERGY PRODUCED FROM PIEZOELECTRIC MATERIALS IN MICRO-MECHANICAL SYSTEMS

ABSTRACT

The main goal of technology is to facilitate tasks that benefit humanity. Therefore, the most important points were seen in the macro world and studies were progressing in this direction. However, with the discovery of the micro-scale world, the trend has shifted towards this direction in recent years. After a while, nanotechnology became indispensable for humanity. One of the most important branches touched by these technologies is the field of health technologies. Micro/nanotechnology has gained an important place in this field as it provides many advantages such as proper monitoring of human health and early diagnosis. In particular, the reduction in size of sensors and other medical devices and their ability to be produced with biological materials have enabled the integration of these devices into the human body. However, the biggest problem encountered at this stage was meeting the energy needs of the micro- mechanical devices placed in the body and making it uninterrupted. As a result of the studies, materials that start producing electrical energy when pressure is applied or exposed to vibration have

been discovered. These are categorized as piezoelectric materials and are aimed to be used in the structure of micro- mechanical devices that can produce their own energy. In this study, micro-mechanical systems that can use electrical energy obtained from piezoelectric materials were examined. The application areas of these systems in human life and the amount and storage of energy used are discussed. As a result, it has been determined that the energy produced from piezoelectric materials is generally at the milliwatt level and is suitable for use in micro-mechanical systems.

Keywords: Nanotechnology, piezoelectric material, micro-mechanical systems, health technology, sensor.

GİRİŞ

Kristal yapıdaki malzemelere çeşitli yönlerde kuvvet uygulandığında kutuplanma oluşur. Bunun sonucunda bir potansiyel fark oluşur. Malzemeler, basınç veya kuvvet etkisindeyken değişimlerine bağlı olarak elektrik sinyali oluştururlar. Bu olaya piezoelektrik ve malzemelere ise piezoelektrik malzemeler denir (Perker, Z. S. , 2010). Mikro-mekanik sistemler (MEMS), mikro ölçekteki mekanik bileşenler, sensörler, aktüatörlerden oluşan sistemlerdir. Bu sistemler genellikle çok küçük boyutlarda olup mekanik ve elektriksel fonksiyonları bir arada sunar. MEMS teknolojisi küçük ve çok hassas cihazların üretilmesini sağlar.

Piezoelektrik ve Piezoelektrik Malzemeler

Piezoelektrik özellik genellikle belirli kristal yapıya sahip malzemelerde görülür. Bu özelliği gösteren malzemelere piezoelektrik malzemeler denir. Piezoelektrik malzemeler dört çeşittir. Piezoelektrik kristallerden olan kuvars ve turmalin gibi kristaller, kararlı yapıdaki malzemelerdir. Kararlı yapılarından dolayı bu malzemeler algılayıcılarda ve osilatörlerde kullanılır. Kuvars genellikle kristal osilatörlerde kullanılırken turmalin mikrofondarda, hız ölçerlerde, kulaklıklarda kullanılır. Piezoelektrik seramikler ise, toz halindeki seramik malzemelerden silindirik veya plaka şeklinde elde edilir. Bu malzemelere örnek olarak baryum titanat (BT) ve kurşun zirkonat titanat (PZT) verilebilir. PZT seramikleri, ticari olarak en yaygın kullanılan ve aynı zamanda doğal piezoelektrik özelliklerini en üst düzeye çıkarmak için optimize edilmiş malzemelerdir. Bu seramikler, sonar, jiroskop, ivme ölçer gibi cihazlarda bulunurken BT ise kapasitör, sensör gibi elektronik elemanların üretiminde kullanılır. Bu malzemeler genellikle mikrofonlar, ultrasonik çeviriciler ve aktüatörlerde kullanılmaktadır. Piezoelektrik polimerler, büyük boyutlu ve karmaşık çalışmalarda kullanıma uygundur. Polimerlerin üretimi seramiklere göre daha makul oldukları için önemi artmıştır. Bu malzemeler voltaj etkisindeyken yapılarında değişimler meydana gelir. Piezoelektrik polimerler dokunmatik sensör, titreşimden enerji eldesi için kullanılabilir. Bu malzemelere örnek olarak Poliviniliden Diflorür (PVDF) verilebilir. PVDF; petrol, inşaat ve enerji gibi sektörlerde kullanılır. Piezoelektrik kompozitler, seramik ve polimer esaslı piezoelektrik malzemelerin avantajlı olan özelliklerinden faydalanarak daha iyi özellikli kompozit malzeme geliştirilebilir. Örnek olarak kauçuklar, akrilikler ve epoksiler verilebilir. Verilen örnekler normalde piezoelektrik özellik göstermez ama piezoelektrik malzemelerle birleştirildiğinde kompozitlerin parçası olabilir. Bu tür kompozitler, sensörler ve aktüatörler gibi uygulamalarda kullanılabilir (Tokay, O. , 2022).

Mikro Elektro-Mekanik Sistemler

Mikro Elektro-Mekanik Sistemler (MEMS), mikro ölçekteki elektronik sistemlerdir. MEMS, mekanik elementler, sensörler, aktüatörler ve elektronik bileşenler içeren yarıiletken (genellikle silikon) bir substrat üzerine monte edilmiş entegre cihazlardır. Hız sensörleri (X. Li, 2017), basınç sensörleri (Y. Zhang, 2018) ve hava akış sensörleri (J. Zhang, 2017) yaygın olarak kullanılan mikrosensörlerdendir. Mikro aktüatör olarak kullanılanlar ise, mikro elektro mekanik motorlar (E. Wang, 2018) ve mikrovalflerdir (Y. Zhang, 2018). Mikro aynalar (K. Lee, 2018), mikrooptik sistemlere örnek iken, mikro robotlar, mikro cerrahi (Y. Zhang, 2017), mikro çipler, mikro entegreler (X. Liu, 2018) ve mikro pompa sistemler (M. Lee, 2016), MEMS'in kullanıldığı diğer uygulama alanlarıdır.

ARAÇ VE YÖNTEM

Piezoelektrik malzemelerin tespit edilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin temel hedefi, elektriksel yük ölçümüdür. Piezoelektrik malzemelerin en belirgin özelliği, uygulanan mekanik stresle elektriksel yük üretmeleridir. Bu yük, bir voltmetre ile ölçülebilir. Malzemeye bir baskı uygulanması elektriksel stres oluşumunu sağlamaktadır. Bu baskı, sert bir cismin piezoelektrik malzeme üzerine düzenli periyotlarla basınç uygulamasıyla ya da titreşim üreten bir mekanizmanın yine piezoelektrik malzeme üzerinde etki oluşturmasıyla elde edilir (Z. Wang, 2014; Z. Zhang, 2015).

Piezoelektrik Malzemelerle Üretilen Elektrik Enerjisinin Depolanması

Piezoelektrik malzemelerle üretilen elektrik enerjisi genellikle düşük güçlüdür ve bu nedenle depolanması için uygun enerji depolama sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu enerji depolama işlemi birkaç farklı devre elemanı yardımıyla yapılabilir. Bunlar kapasitörler(A. Khan, 2014), süperkapasitörler(Y. Tan, 2013) ve bataryalardır(K. Lee, 2014).

Piezoelektrik Enerjinin MEMS Sistemlerinde Kullanımı

Piezoelektrik enerji, mikrowatt ya da miliwatt seviyesinde enerjiye ihtiyaç duyan MEMS cihazlarına güç sağlamak, sensör verilerini işlemek için kullanılmaktadır. MEMS sistemlerinin verimli çalışabilmesi amacıyla, enerji desteği sağlayan piezoelektrik malzemeler doğru şekilde seçilmeli ve mikro yapıya entegre edilmelidir. Piezoelektrik malzemeler genellikle zirkonya titanat (PZT) veya alüminyum nitrit (AlN) gibi malzemelerdir. Bu malzemeler, yüksek piezoelektrik cevaba sahip olup, düşük boyutlu sistemler için verimli enerji üretimi sağlarlar (S. Priya vd. ,2009). MEMS cihazlarında üretilen piezoelektrik enerji genellikle düşük seviyede olur. Bu nedenle, piezoelektrik enerjinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için enerji yönetim devrelerinden faydalanmak gerekir (K. Prabhu, 2011).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1. Farklı piezoelektrik malzemelerin ürettiği voltaj (V) ve akım (A) değerleri

Malzeme	Voltaj(V)	Akım(A)
PZT(26)	10-100	10nA - 1µA
PVDF(27)	40-60	10-100 nA
ZnO(28)	0.1-10	0.1-1 µA
BaTiO ₃ [31]	30-50	10-20 nA
Quartz [32]	50-100	1-10 nA

ZnO'ye kıyasla polimer ve nanomalzemeler daha düşük voltajlar üretir. Akım için ise piezoelektrik malzemeler genellikle düşük akımlar üretir, çünkü piezoelektrik etki küçük elektriksel yüklerin birikmesine neden olur. Akım, genellikle nanoamper (nA) seviyesinde olur, ancak bazı piezoelektrik jeneratörlerde ve sensörlerde mikroampere (µA) kadar çıkabilir.

SONUÇ

Bugüne kadar yapılan araştırmalar, farklı piezoelektrik malzemelerin farklı endüstrilerde ve uygulamalarda nasıl kullanıldığını ortaya koymaktadır. Piezoelektrik malzemeler, mekanik gerilmeye karşı elektrik üretebilme yetenekleri nedeniyle, enerji hasadı, sensörler, aktüatörler ve çeşitli mikro-elektronik cihazlarda yaygın olarak kullanılır. Ancak, her piezoelektrik malzeme, farklı özelliklere sahip olduğu için belirli sektörlerde ve uygulamalarda daha uygun olabilir. PZT, otomotiv ve sağlık sektörlerinde daha sık tercih edilir (K. Uchino, 2004). ZnO, Enerji hasadı ve nano teknolojiler için en uygun piezoelektrik malzemedir (Z. L. Wang vd. ,2006). BaTiO, elektronik sensörler ve enerji üretimi

uygulamaları [M. A. Stokes vd. ,2013) için kullanılırken Quartz ise telekomünikasyon ve savunma alanlarında yaygındır (A. L. Tan, 2009).

KAYNAKLAR

- Perker, Z. S.(2010). NANOTEKNOLOJİ VE YAPI MALZEMESİ ALANINA ETKİLERİ. *Engineering Sciences*, 5(4), 639- 648.
- Tokay, O.(2022). Kurşun İçermeyen Piezoelektrik Özellikli Elastomer Nanokompozit(Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi). Bursa Uludağ Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/garçon/api/core/bitstreams/5f5d1314-3167-49da-ba6a-913a16b4525c/content>
- X. Li, "MEMS Accelerometers for Automotive and Industrial Applications", *Sensors and Actuators A: Physical*, 2017, Vol. 247, pp. 65-75.
- Y. Zhang, "MEMS-Based Pressure Sensors for Automotive Applications: Design, Fabrication, and Application", *Sensors and Actuators A: Physical*, 2018, Vol. 270, pp. 151-159.
- J. Zhang, "MEMS-based Air Flow Sensors for Automotive and Environmental Applications", *Sensors and Actuators A: Physical*, 2017, Vol. 247, pp. 31-38.
- E. Wang, "MEMS Motors: Design, Fabrication, and Applications in Robotics and Medical Devices", *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 2018, Vol. 28, Issue 4, 045021.
- Y. Zhang, "MEMS Microvalves for Fluid Control in Microfluidic Systems", *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2018, Vol. 256, pp. 12-23.
- K. Lee, "MEMS-Based Micro Mirrors for Optical Communication and Projection Systems", *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 2017, Vol. 27, Issue 4, 045011.
- Y. Zhang, "Micro Robots for Biomedical and Micro-Surgical Applications: MEMS Technologies and Future Trends", *IEEE Transactions on Robotics*, 2017, Vol. 33, Issue 4, pp. 839-848.
- X. Liu, "MEMS-based Integrated Sensors for Automotive and Industrial Applications", *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 2018, Vol. 28, Issue 5, 053001.
- M. Lee, "MEMS-based Micro Pumps and Their Applications in Biomedical Systems", *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 2016, Vol. 26, Issue 12, 125013.
- Z. Wang, "Direct Piezoelectric Effect and Applications for Energy Harvesting and Sensors", *Journal of Applied Physics*, 2014, Vol. 115, Issue 19, 194103.
- Z. Zhang, "Piezoelectric Harvesters for Energy Harvesting from Environmental Vibrations", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2015, Vol. 62, Issue 6, pp. 3149–3157.
- A. Khan, "Capacitor-based Energy Storage for MEMS- based Piezoelectric Energy Harvesting Systems", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2014, Vol. 61, Issue 5, pp. 2657-2664.
- Y. Tan, "Supercapacitors for Energy Harvesting in MEMS Devices", *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2013, Vol. 28, Issue 3, pp. 1329–1339.
- K. Lee, "Battery-Based Energy Storage for Piezoelectric Energy Harvesting Systems", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2014, Vol. 61, Issue 11, pp. 5825–5833.
- S. Priya, D. J. Inman, "Energy Harvesting Technologies", Springer, 2009.
- K. Prabhu, "Power Management Techniques for Energy Harvesting Systems", *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2011, Vol. 26, Issue 10, pp. 2841–2850.
- K. Uchino, "Piezoelectric Actuators and Ultrasonic Motors", Springer Handbook of Nanotechnology, 2004.
- Z. L. Wang, J. Song, "Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowires", *Science*, 2006, Vol. 312, Issue 5771, pp. 242–246.
- M. A. Stokes, A. M. Coughlan, "Barium titanate-based piezoelectric generators", *Sensors and Actuators A: Physical*, 2013, Vol. 201, pp. 103–109.
- A. L. Tan, "Piezoelectric properties of quartz and its applications in sensors", *Journal of Applied Physics*, 2009, Vol. 105, 094511.

