SAĞLIK BİLİMLERİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Hicran ALTIN

yaz
yayınları

SAĞLIK BİLİMLERİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Hicran ALTIN

yaz yayınları

2024

Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Hicran ALTIN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-6171-70-1

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Aşı Kararsızlığı Ve Reddi 1
Hicran ALTIN
The Place Of Informatıon Communıcatıon Use In The Fıeld Of Health.....24
Gizem DUYĞUN
Neuroleptic Malignant Syndrome: A Comprehensive Perspective From Emergency Medicine.....32
Yalçın GÖLCÜK
Sonodynamic Therapy 54
Mehran AKSEL, Mehmet Dinçer BİLGİN
Çocuk Sağlığında Yapay Zeka Desteklı Tanı Ve Tedavı Yaklaşımları 80
Ahmet BÜTÜN, Elif USUN
Kapsamlı Ve Güncel Bakış Açısıyla Diş Hekimliğinde Yapay Zeka 98
Simge GÜMÜŞ AYAZ
Direkt Kompozit Rezin Restorasyonlarda Güncel Bitim Ve Cila Materyalleri.....123
Simge GÜMÜŞ AYAZ
Rehabilitation Of Lower Urinary Tract Dysfunction In Neurological Disorders 149
Bengisu TÜFEKÇİ
Adli Ebelikte Ebenin Sorumlulukları.....161
Serpil ÖZBAŞ, Şükran ÖZKAHRAMAN KOÇ, Emine ALVER
Kadın Üreme Sağlığına Dini Ve Kültürel İnançların Etkisi.....180
Büşra ZONTUR, Emine ALVER Maryam, NAZHAD ABBAS

İskemik İnmede Ferropitotik Mekanizmalar 199
Özge Altıntaş Kadırhan
Sağlık Çalışanlarının Mesleki Ve Kurumsal Bağlılık Düzeylerinin Tespiti 221
Sevil Aslan
Çocuk Diş Hekimliğinde Sıklıkla Kullanılan İndeksler Ve Güncel Örnekleri 243
Berrin Deniz GÖREN
Çocukluk Çağında Araknoid Kist 271
Döndü Ülker ÜSTEBAY, Muhammet Bora UZUNER
Periodontolojide Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi.....298
Melis ÖZGÜL SLEZOVIC
Ultrasonografinin Diş Hekimliğinde Kullanımına Genel Bakış 319
Sümeyye ÇELİK ÖZSOY, Emre Can KAYA
Epilepsi Hastalarının Gebelikte Kullanılan Güvenilir İlaçlar Ve Onların Hplc Yöntemiyle Analizi 350
Büşra YÜKSEL, Bura BAYRAK, Yücel KADIOĞLU, Fatma DEMİRKAYA MİLOĞLU
Sabit Ortodontik Tedavilerde İatrojenik Reaksiyonlar 392
Ebru KÜÇÜKKARACA

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

AŞI KARARSIZLIĞI VE REDDİ

Hicran ALTIN

1. GİRİŞ

Aşılar, halk sağlığı alanında önemli ilerlemeler kaydederek bulaşıcı hastalıkların yükünü azaltmış ve dünya genelinde en büyük on halk sağlığı başarısından biri olarak kabul edilmiştir. Çiçek hastalığının tamamen yok edilmesi, çocuk felcinin neredeyse ortadan kaldırılması ve son yirmi yılda doğan çocuklarda 21 milyondan fazla hastaneye yatışın ve 732.000 ölümün önlenmesi gibi başarılar, aşıların halk sağlığı üzerindeki olumlu etkisini açıkça göstermektedir (Lafnitzegger & Gaviria-Agudelo, 2022; Whitney et al., 2014).

Bu başarılara rağmen, çocukluk çağı aşılarına ilişkin ebeveynler arasında devam eden endişeler giderek artmaktadır (Harmsen et al., 2013). Özellikle insan papilloma virüsü (HPV) ve grip aşıları, ebeveynler tarafından daha fazla sorunlu olarak değerlendirilmektedir (Cataldi, Kerns, & O'Leary, 2020). Ulusal aşılama programlarının başarısında, ebeveynlerin aşılara

duyduğu güvenin hayati bir rol oynadığı bilinmektedir (Lafnitzegger & Gaviria-Agudelo, 2022).

Aşı tereddüdü ve reddi, yalnızca bireysel değil, aynı zamanda toplumsal sağlık üzerinde de ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Aşılanmamış çocuklar, aşıyla önlenebilir hastalıklara karşı savunmasız kalmakta; bu durum, kızamık gibi bulaşıcı enfeksiyon salgınlarına neden olarak ciddi bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır (Geoghegan, O'Callaghan, & Offit, 2020).

Aşı reddinin nedenleri oldukça karmaşıktır ve coğrafi ve kültürel bağlama göre farklılık göstermektedir. 2012 yılında, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) Bağışıklama Stratejik Danışma Grubu (SAGE), aşı tereddüdünün artan etkilerini ele almak amacıyla bir çalışma grubu oluşturmuştur. SAGE, aşı kararsızlığını "aşı hizmetlerine erişim olmasına rağmen bazı aşıların uygulanmasını kabul etmede gecikme veya bazı aşıların uygulanmasına izin vermeme durumu" olarak tanımlamaktadır. Aşı reddi (AR) ise, "tüm aşıların reddedilmesi ve bu nedenle çocukların aşılanmaması durumu" olarak ifade edilmektedir (WHO, 2015).

Son yıllarda, özellikle COVID-19 pandemisiyle birlikte, aşı karşıtlığı giderek artan bir sorun haline gelmiştir. Bu bölümde, aşı karşıtlığının tarihçesi, nedenleri ve etkileri, aşı karşıtlığını önlemede sağlık çalışanlarının rolü mevcut literatür doğrultusunda ele alınmaktadır.

2. AŞI KARŞITLIĞININ TARİHÇESİ

Aşıya karşı direnç, yeni bir olgu değildir. Edward Jenner tarafından 1796 yılında geliştirilen ilk çiçek aşısından bu yana, aşıların etkinliği ve kullanımına yönelik motivasyonlara ilişkin

şüphecilik ve tereddütler her zaman var olmuştur (Callender, 2016). Jenner'ın sonuçlarını yayımlamasının ardından kamuoyundan ciddi eleştiriler gelmiş ve yoğun bir karşıtlıkla karşılaşılmıştır. Özellikle yerel din adamları, hayvan kaynaklı maddelerin insan vücuduna enjekte edilmesinin Tanrı'nın iradesine karşı bir hareket olduğunu savunmuştur. Ayrıca, aşının "inek deliliği" gibi durumlara yol açacağı endişesi yayılmış ve bu kaygıyı desteklemek amacıyla, aşılama sonrası boynuz çıkan yaşlı bir kadın veya inek suratlı bir çocuk gibi karikatürler kullanılmıştır.

1853 yılında İngiltere'de yürürlüğe giren Zorunlu Aşı Yasası, bebekler için çiçek aşısını zorunlu hale getirerek, dünyadaki ilk zorunlu aşı programını başlatmıştır. Ancak bu yasa, geniş çaplı bir direnişe neden olmuş ve aynı yıl bazı İngiliz kasabalarında ayaklanmalar yaşanmıştır. 1867'de ise yasa, aşı zorunluluğunu 14 yaşına kadar genişletmiş ve aşı yaptırmayanlara para cezası getirilmiştir. Bu durum, kişisel özgürlük ve bireysel tercih haklarına yönelik endişeler dile getiren muhaliflerin, aynı yıl Londra'da Antizorunlu Aşı Derneği'ni kurmalarına yol açmıştır. 1870'ler ve 1880'ler boyunca, anti-vaksinasyon hareketleri Avrupa genelinde yayılmıştır. Örneğin, 1872 yılında Stockholm'deki aşılama oranı yaklaşık %40'a düşerken, İsveç'in diğer bölgelerinde bu oran %90 seviyesindeydi. Ancak, 1874 yılında yaşanan büyük bir çiçek salgını, aşılama oranlarının artmasıyla sonraki salgınların önlenmesinde etkili olmuştur.

Benzer şekilde, 19. yüzyılın sonlarına doğru Amerika Birleşik Devletleri'nde de aşı karşıtı düşünceler yaygınlaşmıştır. Aşı yasalarının uygulanmaya çalışıldığı veya yeni yasaların çıkarıldığı dönemlerde anti-vaksinasyon toplulukları kurulmuş, aktivistler birçok eyalette zorunlu aşılama yasalarını iptal etmeyi başarmıştır. 1902 yılında, Massachusetts eyaletinin Cambridge

şehrinde çiçek hastalığı salgını ortaya çıktığında, şehrin sağlık kurulu tüm yetişkinleri aşı olmaya zorlamıştır. Bunun üzerine 1905 yılında Jacobson v. Massachusetts davasında, bireysel özgürlüklerin kısıtlanmasına itiraz eden bir vatandaşın başvurusu değerlendirilmiştir. ABD Yüksek Mahkemesi, kamu güvenliğini sağlama amacıyla, büyük tehditler karşısında devletin bireysel özgürlükleri kısıtlayabileceğine hükmetmiştir (Nuwarda, Ramzan, Weekes, & Kayser, 2022).

1982 yılında ABD'de DTP (Difteri, Tetanoz, Boğmaca) aşısı hakkında tartışmalar başlamış, NBC kanalında yayımlanan "*DPT: Vaccine Roulette* "adlı belgesel ve "*A Shot in the Dark* "adlı kitabın ardından halkın görüşleri değişmiştir (Coulter & Fisher, 1985). Söz konusu belgeselde, çocukların aşı nedeniyle nöbet geçirdiği ve kalıcı beyin hasarı geliştirdiği iddia edilmiştir (Matthew Pennington, 2021). Nöbetlerin, aşıya bağlı nadir bir yan etki olduğu kabul edilmekle birlikte, uzun vadeli etkiler bilimsel olarak kanıtlanmamıştır. Ancak belgeselin, araştırma sonuçlarını çarpıtarak aşı güvenliğini eleştiren bir şekilde sunması, toplumda aşılara duyulan güveni sarsmış, aşılama oranlarının düşmesine ve aşı üreticilerine karşı dava açılmasına yol açmıştır. Bu tartışmalar, İngiltere'de boğmaca aşısına olan ilgiyi de etkilemiş; 1974 yılında %81 olan aşılama oranı, 1980'de %31'e gerilemiştir (Gangarosa EJ, 1998).

1998 yılında, İngiliz gastroenterolog Andrew Wakefield ve meslektaşlarının *The Lancet* dergisinde yayımladığı bir raporda, Kızamık-Kızamıkçık-Kabakulak (MMR) aşısının 12 çocukta otizme yol açtığı iddia edilmiştir (Wakefield et al., 1998). Rapor, vaka sayısının azlığı ve destekleyici laboratuvar bulgularının eksikliği nedeniyle bilimsel açıdan yetersiz bulunmasına rağmen, medya aracılığıyla geniş bir yankı uyandırmış ve MMR aşısına olan ilgiyi azaltmıştır. Takip eden on yıl boyunca gerçekleştirilen kapsamlı epidemiyolojik çalış-

malar, MMR aşısı ile otizm arasında hiçbir bağlantı bulunmadığını ortaya koymuştur (Nuwarda et al., 2022). Wakefield'in bulguları hiçbir zaman tekrar edilememiştir ve 2004 yılında, makalenin yazarlarından on kişi makalenin geri çekilmesi gerektiğini kabul etmiştir. Ancak Wakefield bu kararı reddetmiştir (Godlee F, 2011). 2010 yılında *The Lancet* dergisi, makaleyi geri çekmiş ve geri çekme gerekçesi olarak çeşitli tutarsızlıkları göstermiştir. İngiltere Genel Tıp Konseyi (GMC), Wakefield'in araştırmasına dahil ettiği deneklerin özenle seçildiğini ve araştırmanın bazı kısımlarının, aşı üreticilerine karşı dava açan ailelerin avukatları tarafından finanse edildiğini tespit etmiştir. Bu durum ciddi çıkar çatışmalarına yol açmıştır (Hodgson, 2004).

Wakefield'in kampanyasının etkileri geniş çaplı olmuştur. 2008 yılında, İngiltere ve Galler'de kızamık 14 yıl aradan sonra ilk kez endemik bir hastalık olarak ilan edilmiştir. İngiltere Sağlık Koruma Ajansı, bu salgını MMR aşısı oranlarındaki düşüşle ilişkilendirmiştir (Ghebrehewet, Hayhurst, Keenan, & Moore, 2013). Wakefield daha sonra tartışmalı *Vaxxed* filmiyle CDC'yi (Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi) hedef almıştır. Wakefield'in aşı karşıtı duruşunun, 2015 yılında Kaliforniya'da meydana gelen, 130'dan fazla kişiyi etkileyen kızamık salgınına ve 2017'de Minnesota'daki salgına katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Nuwarda et al., 2022).

1990'larda, tiyomersal adlı bir koruyucu madde de aşı-otizm tartışmalarının merkezine yerleşmiştir. Organik cıva zehirlenmesine dair farkındalığın artması, tiyomersal ile ilgili ilk ciddi endişelerin 1970'lerde ortaya çıkmasına yol açmıştır. Tiyomersalde kullanılan etilcıva, daha toksik olan metilcıvadan (bir metil yan zinciri ile farklılık gösterir) kimyasal yapısı nedeniyle önemli ölçüde daha az toksik olarak kabul edilmektedir. Metilcıva endüstriyel bir kirletici olup balıklarda

bulunabilmekteyken, etilcıva bilimsel konsensüse göre güvenli kabul edilmesine rağmen haksız bir şekilde suçlanmıştır (Sutherland, 2013).

Tiyomersal, aşılarda koruyucu madde olarak %0,003 ile %0,01 konsantrasyonlarında kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, tiyomersal içeren aşıların bebeklerde uygulanmasının, kan cıva seviyelerini güvenli sınırların üzerine çıkarmadığını göstermiştir (FDA, 2018). Aşılardaki düşük tiyomersal dozlarının zararlı olduğuna veya otizmle ilişkili olduğuna dair bilimsel bir kanıt bulunmamasına rağmen, 1999 yılında ABD Halk Sağlığı Hizmetleri, Amerikan Pediatri Akademisi ve aşı üreticileri, önlem amacıyla tiyomersalin aşılardan azaltılması veya çıkarılması konusunda uzlaşmaya varmıştır ((CDC), 1999).

Bu karar doğrultusunda, 2001 yılı itibarıyla tiyomersalin ABD'de çocukluk çağı aşılarından tamamen çıkarıldığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte, çok dozlu flakonlarda sunulan grip aşılarında, koruyucu madde gereksinimi nedeniyle tiyomersalin kullanımına devam edilmiştir (Sutherland, 2013).

3. AŞI KARARI İLE GRUPLAR

Aşı destekçilerinin oluşturduğu grubun temel özellikleri arasında, aşının etkinliğine duyulan güçlü inanç, aşı konusunda bilgi sahibi olma ve aşı karşıtı propagandanın dikkate alınmaması yer almaktadır. Bu grubun, aşılamanın önemini vurguladığı ve toplum sağlığının korunması ile geliştirilmesi amacıyla teşvik edildiği görülmektedir.

İtaatkâr grubun ise aşıya karşı nötr bir tutum sergilediği, aşı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı ve aşı karşıtı

propagandaya maruz kalmadığı tespit edilmiştir. Bu grubun, sağlık profesyonelleri tarafından aşı önerildiğinde aşı yaptırmaya daha eğilimli olduğu ve toplum içinde en büyük grubu oluşturduğu belirlenmiştir.

Kararsız grubun, aşı konusunda net bir tutum sergileyemediği, aşı ile ilgili bilgi düzeyinin yetersiz olduğu ve aşı karşıtı propagandadan etkilendiği gözlemlenmiştir. Bu grubun, karar verebilmek için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyduğu ve toplum içinde önemli bir grup oluşturduğu değerlendirilmiştir.

Aşıyı reddeden grubun ise aşıya karşı olumsuz bir tutum sergilediği, bir dereceye kadar bilgi sahibi olduğu ancak aşı karşıtı propagandadan etkilendiği tespit edilmiştir. Bu grubun, başkalarını aşı yaptırmaktan caydırma potansiyeline sahip olduğu ve giderek büyüyen bir grup oluşturduğu belirtilmiştir (Leask, Willaby & Kaufman, 2014).

3. AŞI KARARSIZLIĞININ NEDENLERİ

Aşı tereddüdü, zaman, yer ve aşı türlerine göre değişiklik gösterebilen, karmaşık ve bağlama özgü bir olgu olarak tanımlanmaktadır. Bu tereddüdün daha iyi anlaşılabilmesi ve tanımının geliştirilmesi amacıyla, aşı tereddüdü belirleyicilerinin anlaşılması ve gruplandırılması için bir dizi kavramsal model incelenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün Aşılama Konusunda Uzman Stratejik Danışma Grubu (SAGE) tarafından iki farklı model önerilmiştir. Bunlardan ilki, kolay anlaşılabilir ve sezgisel bir yapı sunan Güven, Rahatlık ve Kolaylık (3C) modeli olmuştur. Diğer model ise, bağlamsal, bireysel, grup ve aşı/aşılama özgü etkilerin karmaşıklığını daha iyi yansıtan kapsamlı bir Çalışma Grubu Matrisi olarak sunulmuştur.

Aşı tereddüdünün belirleyicilerini açıklamak ve gruplandırmak amacıyla geliştirilen 3C modeli, üç ana başlık altında ele alınmaktadır: güven, rahatlık ve kolaylık. Güven, aşıların etkinliği ve güvenliğine, aşıların sunulduğu sistemin güvenilirliğine, sağlık hizmetleri ve profesyonellerinin yetkinliğine, ayrıca gerekli aşıları belirleyen politika yapıcıların motivasyonlarına duyulan güven olarak tanımlanmaktadır. Rahatlık, aşıyla önlenebilir hastalıkların algılanan riskinin düşük olduğu ve aşının gerekli bir önlem olarak görülmediği durumlarda ön plana çıkmaktadır. Bu durum, bireylerin belirli bir aşıya ya da genel olarak aşılara yönelik algılarından etkilenmektedir. Ayrıca, bireylerin daha öncelikli gördüğü diğer yaşam ya da sağlık sorumlulukları da rahatlık düzeyini belirlemektedir. Bağışıklama programlarının başarısı, nadir görülen hastalıkların risklerinin bireyler tarafından düşük algılanmasına neden olabilmekte, bu da rehaveti artırarak aşı tereddüdüne yol açabilmektedir.

Kolaylık, bağışıklama hizmetlerine erişimin pratik engellerle sınırlı olduğu durumları kapsamaktadır. Bu bağlamda, fiziksel erişilebilirlik, uygun maliyet, ödeme istekliliği, coğrafi erişim, dil ve sağlık okuryazarlığı gibi faktörlerin yanı sıra bağışıklama hizmetlerinin cazibesi de değerlendirilmesi gereken unsurlar arasında yer almaktadır. Hizmetin gerçek veya algılanan kalitesi, uygun zaman, yer ve kültürel bağlama uygun şekilde sunulması, bireylerin aşı yaptırma kararlarını doğrudan etkileyebilmekte ve bu durumun aşı tereddüdüne yol açabileceği ifade edilmektedir.

Rahatlığın aşı tereddüdü üzerindeki etkisinin, bireyin aşı yaptırmaya yönelik eylemde bulunma yeterliliği algısı (öz yeterlik) ile şekillendiği belirtilmektedir. Aşı tereddüdünü etkileyen bu faktörlerin dikkate alınması, aşı kabulünü artırmaya

yönelik stratejilerin geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayabilmektedir ((WHO), 2015).

Çalışma Grubu tarafından geliştirilen ikinci model, daha kapsamlı bir yaklaşımla sunulan Aşı Tereddüdü Belirleyicileri Matrisi, aşı tereddüdünü etkileyen faktörleri sistematik bir şekilde üç ana kategori altında sınıflandırmaktadır. Bu kategoriler, bağlamsal etkiler, bireysel ve grup etkileri ile aşı/aşılama özgü etkiler olarak tanımlanmıştır. Bu matrisin, aşı tereddüdünün karmaşık yapısını anlamayı kolaylaştırdığı ve bu belirleyicilere yönelik stratejik müdahalelerin tasarlanmasını desteklediği ifade edilmektedir.

Bağlamsal etkiler, tarihsel, sosyo-kültürel, çevresel, sağlık sistemi veya kurumsal, ekonomik ve politik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu kategoride, iletişim ve medya ortamı; etkili liderler, bağışıklama programı kapı bekçileri ile aşı yanlısı veya karşıtı lobiler; din, kültür, cinsiyet ve sosyo-ekonomik etkenler; politikalar ve yasalar; coğrafi engeller ile ilaç endüstrisine yönelik algılar yer almaktadır.

Bireysel ve grup etkileri, bireylerin, ailelerin veya toplulukların aşı ile ilgili deneyimlerini kapsamaktadır. Bu deneyimler arasında ağrı gibi fiziksel deneyimler; sağlık ve korunmaya dair inanç ve tutumlar; bilgi ve bilinç düzeyi; sağlık sistemi ve hizmet sağlayıcılara duyulan güven; kişisel deneyimler; algılanan veya sezgisel risk/fayda dengesi; aşılama sürecinin bir sosyal norm olarak algılanması ya da aşının gerekli olmadığı veya zararlı olduğu yönündeki inançlar bulunmaktadır.

Aşı/aşılama özgü etkiler, risk ve fayda değerlendirmesi; yeni bir aşının veya mevcut bir aşının yeni bir formülasyonunun ya da önerisinin tanıtılması; uygulama yöntemi; bağışıklama programının tasarımı ve uygulanma şekli; aşıların ve aşı

ekipmanlarının güvenilirliği ile temin kaynağı; aşı takvimi; maliyetler; sağlık profesyonellerinin öneri gücü, bilgi düzeyi ve tutumlarını içermektedir.

Aşı tereddüdü, genellikle aşı güvenliği endişeleri ile eş anlamlı olarak değerlendirilmektedir. Çalışma Grubu, aşı güvenliği endişelerinin aşı tereddüdünün temel nedenlerinden biri olabileceğini kabul etmekle birlikte, bu endişelerin yalnızca belirleyicilerden biri olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle aşılama sonrası ölüm gibi ciddi istenmeyen olayların, uygun bir şekilde yönetilmediğinde, hem yerel hem de uzak topluluklarda aşı tereddüdüne yol açabileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda, aşı güvenliğini izlemek için etkili bir sistemin, düşük kaynaklı bölgelerde dahi uygulanmasının gerekliliği ifade edilmektedir. Güvenlik sinyallerinin detaylı bir şekilde incelenmesi ve gerekli yanıtların verilmesi önem taşımaktadır. Aşıya bağlı istenmeyen etkilerin etkin şekilde yönetilmesi durumunda, aşı tereddüdünün artma riski en aza indirilebilir (WHO, 2014).

4. AŞI KARARSIZLIĞI VE İLETİŞİM

Çalışma Grubu, yetersiz iletişimin aşı tereddüdünün bir belirleyicisi olup olmadığını tartışmış ve iletişimin bir araç olduğu, ancak doğrudan bir belirleyici olarak değerlendirilmediğini belirtmiştir. Güven, rahatlık ve kolaylık gibi spesifik bir faktör olarak kabul edilmemekle birlikte, iletişim eksikliği ya da yetersizliği, aşılama oranlarını olumsuz etkileyebilmekte ve aşı tereddüdüne katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, etkili ve doğru iletişim stratejilerinin geliştirilmesi, aşı tereddüdünün azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Yüksek gelirli ülkelerde dahi, iyi kaynaklara sahip bağışıklama programlarında yetersiz veya kötü iletişim, aşı tereddüdüne ve hatta aşı reddine neden olabilmektedir. Örneğin,

ABD'de 1999 yılında bazı aşılarda koruyucu olarak kullanılan tiomersalin azaltılması kararı, yetersiz bir iletişim stratejisiyle duyurulmuştur. Bu durum, halkın aşılara ve bağışıklama sistemine olan güvenini olumsuz etkilemiş, aşı tereddüdünün ve reddinin artmasına yol açmıştır (WHO, 2014).

5. SOSYAL MEDYADA AŞI KARŞITLIĞI

İnternetin sağlık bilgisi edinmek amacıyla kullanımının popülerliği ve algılanan önemi, ebeveynlerin aşılarla ilgili tutum ve kararlarını etkilemektedir (Lafnitzegger & Gaviria-Agudelo, 2022; Stahl et al., 2016). İnternetin, ebeveynlere aşılarla ilgili bilgi kaynaklarına erişim imkânı sunduğu belirtilmekte, ancak bu kaynakların güvenilirliğini ayırt etme zorluğu nedeniyle, internetin zararlı bir araç haline gelebileceği ifade edilmektedir (Bianco, Mascaro, Zucco, & Pavia, 2019).

Ebeveynlerin genellikle çeşitli kaynaklardan tıbbi bilgi edindikleri, ancak bu bilgilerin güvenilirliğini yeterince değerlendiremedikleri gözlemlenmiştir. İnternette doğru bilgilerin yanı sıra, kasıtlı veya kasıtsız yanlış bilgiler ve mitlerin de bulunabildiği, bu durumun ebeveynlerin güvenilir bilgiye ulaşmalarını zorlaştırarak karar verme süreçlerini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Harmsen et al., 2013). Özellikle, internet üzerinden yapılan "araştırmalar" sonucunda, doğrulanmamış ve tıbbi olmayan kaynaklardan elde edilen yanlış bilgilerin, söylentilerin ve mitlerin korku ve tereddüt oluşmasına katkıda bulunduğu ve yanlış aşı kararlarına yol açabildiği ifade edilmektedir (Ozawa & Stack, 2013).

Bilim ve tıbbi otoritelerin uzmanlıklarının giderek daha fazla sorgulanması, bu durumu daha karmaşık hale getirmektedir (Dubé et al., 2013). Aşı güvenliğiyle ilgili sorunların, sıklıkla basılı, görsel, sosyal medya ve internet

ortamlarında öne çıkarıldığı gözlemlenmiştir (Healy, Montesinos, & Middleman, 2014). Bu bağlamda, aşı karşıtı bilgileri destekleyen internet kaynaklarının insanlar tarafından güvenilir kabul edilmesinin ciddi bir sorun oluşturduğu vurgulanmaktadır. Örneğin, "aşılama" terimiyle yapılan aramalarda, aşı karşıtı komplo teorilerini yayan sitelerin, aşı yanlısı web sitelerinden daha fazla erişilebilir olduğu tespit edilmiştir (Harmsen et al., 2013).

Ayrıca, sansasyonel medya aracılığıyla aşı yan etkilerine ilişkin raporların çarpıtılması ve abartılması, aşı tereddüdünün artmasına katkı sağlamaktadır (Siddiqui, Salmon, & Omer, 2013). Duygusal yaklaşımların, özellikle aşı risklerine odaklanan içeriklerin, aşı tereddüdünün artışında etkili olduğu belirtilmektedir (Reuben, Aitken, Freedman, & Einstein, 2020). Bununla birlikte, Web 2.0 teknolojilerinin, kullanıcıların sosyal ağlar (örneğin Facebook, YouTube, Twitter) aracılığıyla içerik oluşturmasına ve paylaşmasına olanak tanıdığı, ancak bu içeriklerin genellikle kaynakların güvenilirliği doğrulanmadan yayımlandığı ve çoğunlukla resmi verilere dayanmadığı ifade edilmektedir (Dubé et al., 2013). Bu durumun, aşı tereddüdünün yaygınlaşmasında önemli bir etken olduğu değerlendirilmektedir.

6. AŞI KARARSIZLIĞINDA DÜNYADAKİ DURUM

Son beş yılda, ülkelerin aşı tereddüdü değerlendirme oranları Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bölgelerine göre incelendiğinde, bölgesel farklılıklar ve yıllar içerisindeki değişimlerin dikkat çekici olduğu görülmektedir. Amerika kıtasında, 2014 yılında %13 olan değerlendirme oranının 2015 yılında %28'e yükseldiği, ancak 2016 yılında %19'a gerilediği tespit edilmiştir. Afrika bölgesinde ise oranların nispeten sabit

kaldığı ve 2014 yılında %51 olan değerlendirmenin, 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla %48 olarak kaydedildiği gözlemlenmiştir. Avrupa bölgesinde, 2014 yılında %41 olan değerlendirme oranının 2015 yılında %52'ye yükseldiği ve 2016 yılında %51 düzeyinde seyrettiği belirlenmiştir. Doğu Akdeniz bölgesinde, 2014 yılında %31 olarak kaydedilen oranların, 2015 ve 2016 yıllarında %47'ye çıktığı saptanmıştır. Güneydoğu Asya bölgesinde, oranların 2014 ve 2015 yıllarında %46 seviyesinde sabit kaldığı, ancak 2016 yılında %20'ye düştüğü rapor edilmiştir. Batı Pasifik bölgesinde ise değerlendirme oranlarının 2014 yılında %33, 2015 yılında %32 ve 2016 yılında %43 olarak kaydedildiği görülmüştür. Bu verilerin, aşı tereddüdüne ilişkin değerlendirmelerin bölgelere göre farklılık gösterdiğini ve yıllar içinde dalgalanma yaşandığını ortaya koyduğu ifade edilmektedir (Lane, MacDonald, Marti, & Dumolard, 2018).

67 ülkede genel halkın aşılara olan güvenini ölçen uluslararası bir araştırmada, Avrupa bölgesinin düşük aşı güvenliği ile öne çıktığı belirtilmiştir. Bu bağlamda, Fransa'nın, dünya genelinde aşı güvenliği konusunda en fazla şüpheye sahip ülke olarak dikkat çektiği vurgulanmıştır. Buna karşılık, Bangladeş, Ekvador ve İran'ın, aşıların önemli olduğunu en fazla kabul eden ülkeler arasında yer aldığı; Azerbaycan, Rusya ve İtalya'nın ise aşıların önemine dair en çok şüpheye sahip ülkeler olarak rapor edildiği belirtilmiştir (Larson et al., 2016).

Latin Amerika ve Afrika'dan yapılan 34 makaleyi içeren bir meta-analizde, aşılama konusundaki tereddütlerin temel nedenlerinin belirlendiği rapor edilmiştir. Olumsuz aşılama deneyimlerinin, hastalık riskinin düşük olduğuna dair algıların ve aşının güvenliği ile etkinliğine yönelik şüphelerin, bu tereddütlerin başlıca sebepleri arasında yer aldığı ifade edilmiştir. Afrika'da, sömürgeci geçmişin ve Batı'ya duyulan güvensizliğin aşı karşıtlığını pekiştirdiği vurgulanmıştır. Zambiya'da yapılan

araştırmalarda, aşıların beyazlar tarafından yerel halkı gizlice yok etmek için kullanıldığına dair yaygın inançların varlığı tespit edilmiştir. Uganda ve Nijerya'da ise HPV aşısının, kız çocuklarını kısırlaştırmak amacıyla küresel Kuzey tarafından geliştirilen bir strateji olduğu yönündeki düşüncelerin rapor edildiği belirtilmiştir. Bu bulguların, aşı tereddütlerinin yalnızca bireysel endişelerle sınırlı kalmayıp, tarihsel ve sosyo-kültürel faktörlerle de güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koyduğu ifade edilmiştir (Matos, Goncalves, & Couto, 2022).

Yufika ve arkadaşlarının çalışmasında, Endonezya'da pediatrik aşılara yönelik tereddüt oranının %15.9 olarak belirlendiği rapor edilmiştir. Özellikle annelerin, genç ebeveynlerin (20-29 yaş arası) ve eğitim seviyesi düşük bireylerin, aşıların güvenliği ve etkinliği konusunda daha fazla endişe taşıdığı tespit edilmiştir. Bu bulguların, sürekli ve etkili aşı bilgilendirme çalışmalarının gerekliliğini vurguladığı ifade edilmiştir (Yufika et al., 2020).

İtalya'da çocukluk çağı aşılarına yönelik sosyoekonomik eşitsizliklerin aşı tereddüdü ve reddi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, çevrimiçi anket verilerinden elde edilen bulgulara göre, katılımcıların %64'ünün aşı yanlısı, %32,4'ünün tereddütlü ve %3,6'sının aşı karşıtı olarak sınıflandırıldığı rapor edilmiştir. Ekonomik zorlukların, aşı tereddüdü ile anlamlı bir ilişki gösterdiği; düşük eğitim düzeyinin ise aşı reddinin en güçlü öngörücüsü olarak belirlendiği ifade edilmiştir (Bertoncello et al., 2020).

Kanada'da yapılan bir araştırmada, ebeveynlerin aşı tereddüdü ve reddi ile sosyodemografik faktörler arasındaki ilişkinin incelendiği rapor edilmiştir. Araştırmada, düşük gelirli ve çok çocuklu ailelerde daha yüksek aşı tereddüdü ve reddi tespit edildiği; göçmen olmayan ebeveynlerde ise aşı

tereddüdünün daha düşük bulunduğu ifade edilmiştir (Chen et al., 2023).

Aşı tereddüdü yaşayan ebeveynler, aşıların güvenliği ve etkinliği konusunda endişelidir ve bazıları nadir görülen hastalıklara karşı neden hala aşı gerektiğini sorgular. Aşı riskinden korunma isteği, hastalıktan korunmayla çelişir; çünkü birçok ebeveyn bu hastalıkları hiç yaşamamış ve ciddiyetini hafife almış olabilir (Geoghegan et al., 2020; McClure, Cataldi, & O'Leary, 2017).

Aşı tereddüdüne yol açan bireysel faktörler arasında komplo teorilerine inanma, bağlamsal etkiler ve toplumsal baskılar, ağrı algısı ile sosyal medya ve internetin rolü bulunmaktadır. Komplo teorileri aşıya olan güveni sarsarken, toplumsal baskılar ve kültürel normlar aşı karşıtı düşünceleri yaymaktadır. Ağrı algısı, aşı yaptırma konusunda endişe yaratırken, sosyal medya ve internet yanlış bilgilerin hızla yayılmasına ve aşı tereddüdünün artmasına neden olmaktadır(Lafnitzegger & Gaviria-Agudelo, 2022).

7. AŞI KARARSIZLIĞINDA TÜRKİYE'DEKİ DURUM

Yalçın ve ark.'nın çalışmasında, 2016 yılında Türkiye genelinde aşı reddi oranı %3.5 iken, 2017 yılında bu oran %5.9'a yükselmiştir. En yüksek aşı reddi oranları 2016'da Doğu Marmara Bölgesi'nde (%8.4) ve 2017'de Batı Anadolu ve Doğu Marmara bölgelerinde (%10.9) tespit edilmiştir. Aşı reddinin en yaygın nedenleri arasında aşı içeriği ile ilgili endişeler, zararlı olabileceği düşüncesi ve olası yan etkilerden duyulan korkular yer almıştır(Yalcin, Komurluoglu, & Topac, 2022).

Yörük ve ark.'nın çalışmasında, aşı tereddüdü yaygınlığı %13.8, aşı reddi yaygınlığı ise %4.8 olarak belirlenmiştir. Aşı

tereddüdü, üniversite eğitimi almış, tedavi ile hamile kalmış, doğum öncesi çocuk aşıları hakkında eğitim almamış, sosyal medyada aşı karşıtı grupları takip eden ve çocuklarına düzenli olarak D vitamini ve demir takviyesi kullanmayan annelerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, aşı içerikleri konusunda endişe duyan, bilimsel olmayan kaynaklardan bilgi edinen ve alternatif tıp uygulamaları kullanan ebeveynlerde de aşı tereddüdü artmıştır(Yörük & Güler, 2021).

Topçu ve ark.'nın çalışmasında, aşı reddeden ebeveynler arasında %30,3'ü bazı çocukluk çağı aşılarını, %69,7'si ise tüm çocukluk çağı aşılarını reddetmiştir. Aşı reddine yol açan başlıca sebepler, otizm, kısırlık ve aşının tehlikeli olabileceğine dair inançlardır. Ayrıca, bu ebeveynler aşıyla önlenebilen hastalıkların riskini, aşıların potansiyel risklerinden daha düşük görmüşlerdir(Topçu S et al., 2019).

8. AŞI KARŞITLIĞI İLE MÜCALEDE SAĞLIK ÇALIŞANLARININ ROLÜ

Sağlık çalışanlarının söyledikleri ve ebeveyn ile nasıl etkileşime girdikleri aşı kabulünü güçlü bir şekilde etkiler. Sağlık çalışanlarının aşı kararsızlığı/reddi vakalarını yönetmekteki motivasyonu ve tutumu ve doğru şekilde iletişim kurabilmesi çok önemlidir. Aşıya yönelik bireysel tutumlar doğrultusunda farklı yaklaşımlar benimsenerek yönetim stratejileri oluşturulmaktadır. Tüm aşıları kabul eden bireyler için, olumlu teşvik mesajlarının sunulması ve aşı uygulamalarının gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Aşıları kabul eden ancak emin olmayan bireylere yönelik olarak, motivasyonel görüşme yöntemleri ile desteklenmiş bilgilendirici konuşmalar yapılmasının önem taşıdığı ifade edilmektedir. Aşı kararsızlığı gösteren bireylerde

ise endişelere odaklanılması, tartışmadan kaçınılması ve bireylerin herhangi bir konuya ikna edilmeye çalışılmadan bir yaklaşımla ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bireylerin profesyonel sağlık hizmetlerine erişiminin teşvik edilmesi amacıyla ileri düzeyde görüşme süreçlerinin planlanması önerilmektedir. Aşıları tamamen reddeden bireyler için, klinikten göndermeyin, çatışma yaratabilecek durumlardan kaçınılması ve sağlık açısından sorumluluklarının nazik bir şekilde hatırlatılması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, bireysel ret davranışlarının olası sonuçları ve hastalıkların yayılma riskleri hakkında farkındalık oluşturulması gerektiği ifade edilmektedir. Bu stratejik yaklaşımların, bireylerin aşıya yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyerek toplum sağlığının korunmasında önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Birey aşı konusunda tereddüt ediyorsa, etkili bir iletişim süreci için motivasyonel görüşme adımları izlenmelidir. Bu süreçte öncelikle açık uçlu sorular sorularak bireyin düşüncelerini ve endişelerini ifade etmesi sağlanır. Ardından, bireyin söylediklerine yansıtma yapılır ve yanıt verilerek iletişimde anlayış gösterildiği hissettirilir. Görüşme sırasında bireyin güçlü yönleri onaylanmalı ve endişelerine değer vererek empati kurulmalıdır. Bununla birlikte, bireyin ihtiyaçlarına yönelik olarak sorular sorulmalı, doğru bilgi verilerek açıklamalar yapılmalı ve verilen bilgilerin doğruluğu teyit edilmelidir. Son olarak, konuşma özetlenmeli ve birlikte belirlenen eylem planı net bir şekilde ifade edilmelidir. Bu adımlar, bireyin tereddüdünü anlamaya ve aşılama sürecine olan güvenini artırmaya yönelik etkili bir yaklaşımı temsil etmektedir. Sağlık çalışanları, bireylere bilgi verirken sade, anlaşılır ve net bir dil kullanmaya özen göstermelidir ((WHO), 2017).

9. SONUÇ

Aşıyla önlenebilir hastalıkların yaygınlığı azaldıkça, bu hastalıkların ciddiyeti ve tehlikeleri göz ardı edilmekte, bu durum da aşıların gerekliliği ve güvenliği konusunda tereddütlere yol açmaktadır. Aşılar, birçok kişinin ifade ettiği gibi, "kendi başarılarının kurbanı" haline gelmiştir. Bu bağlamda, sağlık profesyonelleri, doğru bilgilendirme, şüphelerin giderilmesi ve aşılara olan güvenin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu yeni zorlukla başa çıkabilmeleri için sağlık profesyonellerinin yeterince hazırlıklı olması gerekmektedir. Aşı karşıtlığıyla mücadelede, doğru bilgilendirme kampanyalarının yaygınlaştırılması ve sosyal medyada yayılan yanlış bilgilerin engellenmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

(CDC), C. f. D. C. a. P. (1999). Thimerosal in vaccines: a joint statement of the American Academy of Pediatrics and the Public Health Service. . *MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 48*(26), 563-565.

(WHO), W. H. O. (2015). Summary WHO SAGE conclusions and recommendations on Vaccine Hesitancy Retrieved from https://www.who.int/home/search-results?indexCatalogue=genericsearchindex1&searchQuery=vaccine%20hecitancy%20and%20vaccine%20refuse&wordsMode=AnyWord

(WHO), W. H. O. (2017). Vaccination and trust. Retrieved from https://www.who.int/publications/i/item/vaccination-and-trust

Bertoncello, C., Ferro, A., Fonzo, M., Zanovello, S., Napoletano, G., Russo, F., . . . Cocchio, S. (2020). Socioeconomic Determinants in Vaccine Hesitancy and Vaccine Refusal in Italy. *Vaccines (Basel), 8*(2). doi:10.3390/vaccines8020276

Bianco, A., Mascaro, V., Zucco, R., & Pavia, M. (2019). Parent perspectives on childhood vaccination: How to deal with vaccine hesitancy and refusal? *Vaccine, 37*(7), 984-990. doi:10.1016/j.vaccine.2018.12.062

Cataldi, J. R., Kerns, M. E., & O'Leary, S. T. (2020). Evidence-based strategies to increase vaccination uptake: a review. *Current opinion in pediatrics, 32*(1), 151-159.

Chen, R., Guay, M., Gilbert, N. L., Dube, E., Witteman, H. O., & Hakim, H. (2023). Determinants of parental vaccine hesitancy in Canada: results from the 2017 Childhood National Immunization Coverage Survey. *BMC Public Health, 23*(1), 2327. doi:10.1186/s12889-023-17079-4

Coulter, H. L., & Fisher, B. L. (1985). DPT: A Shot in the Dark.

Dubé, E., Laberge, C., Guay, M., Bramadat, P., Roy, R., & Bettinger, J. A. (2013). Vaccine hesitancy: an overview. *Human Vaccines & Immunotherapeutics, 9*(8), 1763-1773.

FDA, U. S. A. F. D. A. (2018). Thimerosal in Vaccines Questions and Answers. Retrieved from https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/vaccines/thimerosal-vaccines-questions-and-answers#:~:text=As%20a%20vaccine%20preservative%2C%20thime

Gangarosa EJ, G. A., Wolfe CR et al. (1998). Impact of anti-vaccine movements on pertussis control: the untold story. *The Lancet 351*, 356-361. doi:doi: 10.1016/s0140-6736(97)04334-1

Geoghegan, S., O'Callaghan, K. P., & Offit, P. A. (2020). Vaccine Safety: Myths and Misinformation. *Front Microbiol, 11*, 372. doi:10.3389/fmicb.2020.00372

Ghebrehewet, S., Hayhurst, G., Keenan, A., & Moore, H. (2013). Outbreak of measles in Central and Eastern Cheshire, UK, October 2008-February 2009. *Epidemiol Infect, 141*(9), 1849-1856. doi:10.1017/S0950268812002300

Godlee F, S. J., Marcovitch H. (2011). Wakefield's article linking MMR vaccine and autism was fraudulent. *BMJ. , 342*, c7452. doi:doi: 10.1136/bmj.c7452

Harmsen, I. A., Mollema, L., Ruiter, R. A., Paulussen, T. G., de Melker, H. E., & Kok, G. (2013). Why parents refuse childhood vaccination: a qualitative study using online focus groups. *BMC Public Health, 13*, 1-8.

Healy, C. M., Montesinos, D. P., & Middleman, A. B. (2014). Parent and provider perspectives on immunization: are providers overestimating parental concerns? *Vaccine, 32*(5), 579-584. doi:10.1016/j.vaccine.2013.11.076

Hodgson, H. (2004). A statement by The Royal Free and University College Medical School and The Royal Free Hampstead NHS Trust. *Lancet, 363*(9411), 824. doi:10.1016/S0140-6736(04)15711-5

Lafnitzegger, A., & Gaviria-Agudelo, C. (2022). Vaccine Hesitancy in Pediatrics. *Adv Pediatr, 69*(1), 163-176. doi:10.1016/j.yapd.2022.03.011

Lane, S., MacDonald, N. E., Marti, M., & Dumolard, L. (2018). Vaccine hesitancy around the globe: Analysis of three years of WHO/UNICEF Joint Reporting Form data-2015-2017. *Vaccine, 36*(26), 3861-3867. doi:10.1016/j.vaccine.2018.03.063

Larson, H. J., de Figueiredo, A., Xiahong, Z., Schulz, W. S., Verger, P., Johnston, I. G., . . . Jones, N. S. (2016). The State of Vaccine Confidence 2016: Global Insights Through a 67-Country Survey. *EBioMedicine, 12*, 295-301. doi:10.1016/j.ebiom.2016.08.042

Leask, J., Willaby, H. W., & Kaufman, J. (2014). The big picture in addressing vaccine hesitancy. *Hum Vaccin Immunother, 10*(9), 2600-2602. doi:10.4161/hv.29725

Matos, C., Goncalves, B. A., & Couto, M. T. (2022). Vaccine hesitancy in the global south: Towards a critical perspective on global health. *Glob Public Health, 17*(6), 1087-1098. doi:10.1080/17441692.2021.1912138

Matthew Pennington. (2021). History of Vaccine Hesitancy. Retrieved from https://www.criver.com/eureka/history-vaccine-hesitancy

McClure, C. C., Cataldi, J. R., & O'Leary, S. T. (2017). Vaccine Hesitancy: Where We Are and Where We Are Going. *Clin Ther, 39*(8), 1550-1562. doi:10.1016/j.clinthera.2017.07.003

Nuwarda, R. F., Ramzan, I., Weekes, L., & Kayser, V. (2022). Vaccine Hesitancy: Contemporary Issues and Historical Background. *Vaccines (Basel), 10*(10). doi:10.3390/vaccines10101595

Ozawa, S., & Stack, M. L. (2013). Public trust and vaccine acceptance-international perspectives. *Human Vaccines & Immunotherapeutics, 9*(8), 1774-1778.

Reuben, R., Aitken, D., Freedman, J. L., & Einstein, G. (2020). Mistrust of the medical profession and higher disgust sensitivity predict parental vaccine hesitancy. *PLoS One, 15*(9), e0237755.

Siddiqui, M., Salmon, D. A., & Omer, S. B. (2013). Epidemiology of vaccine hesitancy in the United States. *Human Vaccines & Immunotherapeutics, 9*(12), 2643-2648.

Stahl, J. P., Cohen, R., Denis, F., Gaudelus, J., Martinot, A., Lery, T., & Lepetit, H. (2016). The impact of the web and social networks on vaccination. New challenges and opportunities offered to fight against vaccine hesitancy. *Med Mal Infect, 46*(3), 117-122. doi:10.1016/j.medmal.2016.02.002

Sutherland, A. (2013). The thimerosal controversy. Retrieved from https://vtechworks.lib.vt.edu/items/a96863ea-56f8-4277-8c45-8b99740fbb73

Topçu S, Almis H, Baskan S, Turgut M , Orhon F. S., & Ulukol, B. (2019).

Evaluation of Childhood Vaccine Refusal and Hesitancy Intentions in Turkey

Indian Journal of Pediatrics, 86(1), 38-43. doi:10.1007/s12098-018-2714-0

Wakefield, A. J., Murch, S. H., Anthony, A., Linnell, J., Casson, D. M., Malik, M., . . . Walker-Smith, J. A. (1998). Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *Lancet, 351*(9103), 637-641. doi:10.1016/s0140-6736(97)11096-0

Whitney, C. G., Zhou, F., Singleton, J., Schuchat, A., Control, C. f. D., & Prevention. (2014). Benefits from immunization during the vaccines for children program era-United States, 1994-2013. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 63*(16), 352-355.

WHO. (2014). Report of The sage Working Group on Vaccine Hesitancy.

Yalcin, S. S., Komurluoglu, A., & Topac, O. (2022). Rates of childhood vaccine refusal in Turkey during 2016-2017: Regional causes and solutions. *Arch Pediatr, 29*(8), 594-598. doi:10.1016/j.arcped.2022.06.005

Yörük, S., & Güler, D. (2021). Factors associated with pediatric vaccine hesitancy of parents: a cross-sectional study in Turkey. *Human Vaccines & Immunotherapeutics, 17*(11), 4505-4511.
Yufika, A., Wagner, A. L., Nawawi, Y., Wahyuniati, N., Anwar, S., Yusri, F., . . . Harapan, H. (2020). Parents' hesitancy towards vaccination in Indonesia: A cross-sectional study in Indonesia. *Vaccine, 38*(11), 2592-2599. doi:10.1016/j.vaccine.2020.01.072

THE PLACE OF INFORMATION COMMUNICATION USE IN THE FIELD OF HEALTH

Gizem DUYĞUN[1]

1. INTRODUCTİON

Information communication technology is a broad term for information technology that refers to all communication technologies, such as the Internet, wireless networks, mobile phones, hardware, software, Decryption software and other media applications. In other words, it is a technology that handles all telecommunications, media and intelligent management systems (1).

[1] Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Hastanesi, e-mail:gduygun@nku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5879-4630

2.THE HİSTORY OF THE PRESENT

Technology has been present in health services since the 1960s; in the early days it helped with financial transactions, but it made positive contributions along with contributing to medical outcomes (2). It has been shown that it contributes to more efficient and informed health service management by improving clinical decision-making, which is one of the positive contributions (3). In addition, it contributes to better coordination of care during the patient care process, timely, accurate and complete patient information, better organization, reducing medical errors with the ability to analyze information, reducing costs, ensuring continuity of care, exchanging information, fast and easy access to providers and information at different places and times, and improving communication between health professionals and patients (4). Decontamination of patient information contributes to the reduction of medical errors, reducing costs, ensuring continuity of care. E-prescribing system, Electronic Medical Records, radiology information system among its components related to medical imaging, image archiving and communication system (PACS), Dec. it is found (5,6). In addition to these systems, patient care processes are reflected and included in digital documentation.

2.1 Potential Responsibilities Arising From The İnclusion Of Icts İn The Healthcare System

It has been many years since the public health system began to implement health services using ICT, which has led to the emergence of different methods, in which we need to emphasize the issues of Decongestment and tele-consultation, which is to assess a disease or a previous diagnosis through the exchange of information. including visuals Decoupled among health care professionals. The telemedicine umbrella covers the fields of teledermatology, telecardiology or teleophthalmology, which have procedures integrated into the public health system with the approval and encouragement of the competent authorities. Another feature of these services is that the rules for their execution and implementation have been determined with the facilities provided by the public health administration (7).

In addition, developing new solutions to ethical problems that will arise is becoming an increasingly great need at the social, individual and professional levels. This requirement arises as a result of the difficulties encountered in a rapidly changing world and the uncertainties created by technological developments. In this process, as a first step, it is of great importance to correctly identify ethical problems and increase sensitivity to these problems. Because in order to solve a problem, first of all, the existence of that problem must be recognized and understood. Then, a multi-faceted examination of these problems should be carried out; an in-depth analysis should be carried out taking into account both the current theoretical approaches and the situations encountered in practice. Solution proposals should not only remain at the technical or legal level, but should also be compatible with ethical, cultural and social values. This process will allow individuals and communities to better understand their ethical responsibilities and approach similar problems they may face in the future more effectively(8).

2.2 Potential Responsibilities Arising From The Voluntary Use Of Icts Privately And Personally Outside The Framework Of The Health System

Telemedicine, especially when applied at the corporate level, makes it possible to provide health services in a digital environment and creates a system in which health workers do not physically coexist Decently. In this process, telehealth and virtual visit services are provided through digital tools and platforms instead of direct interaction between health workers and patients. Dec. These services allow the patient and the provider to communicate through special tools and channels, usually outside the official platforms of the healthcare organization. However, general-purpose digital tools such as open social networks are limited to support professional health care delivery. Such platforms lack the necessary features to provide accurate identification and secure interaction. Especially in order to maintain a professional health relationship, basic elements such as trust, confidentiality and accuracy between the patient and health providers are extremely important Decently. Open social networks are not suitable tools for safe and effective health care delivery, as they cannot adequately provide these Jul-tures. For this reason, in the provision of

health services in a digital environment, it is necessary to use professional and special platforms that are determined only by health organizations and comply with security and privacy standards. This is the most effective way to ensure the safety and efficiency of both health workers and patients (9).

2.3 About The Use Of Social Media

The storage and transfer of health information, especially when carried out via digital platforms, leads to serious legal concerns. At the heart of these concerns is the privacy and security of personal health data. Health information should not only be protected correctly, but also processed in accordance with certain legal regulations. In this context, data transfer via special devices and digital platforms may potentially carry the risks of misuse of personal data and unauthorized access. Therefore, it is extremely important that such actions are evaluated in terms of compliance with the law. Storing and transferring health information securely in a digital environment brings with it not only legal responsibilities, but also ethical responsibilities.

In particular, the use of e-mail and instant messaging systems used for personal and commercial purposes, such as WhatsApp, to share information about patients with health information directly contradicts current regulatory laws. Such platforms may be inadequate in terms of security vulnerabilities, data encryption deficiencies and protection of personal information. Since health information is sensitive data, it should only be shared through secure, approved and legally designated channels. Therefore, it is an illegal practice for health sector employees to share patient information using personal messaging applications such as WhatsApp and may lead to serious legal consequences. This situation creates both a risk related to the failure of health care providers to fulfill their responsibilities, and may also mean a violation of patients' personal information. Avoiding such practices is necessary both in terms of protecting patient safety and the legal basis of health services (7).

2.4 Its Use İn The Field Of Education

The main purpose of bilgi technologies in the health sector is to enable health service providers to provide services in a more effective and efficient way. These technologies provide fast access to health data, accurate record keeping and effective reporting, helping both patients and health professionals make more informed decisions. For healthcare professionals such as nurses, these technologies provide great convenience in terms of being able to access patients' health information instantly, monitor treatment processes and work with the right data.Another important benefit of such technologies is the prevention of errors in the treatment processes. Automated systems reduce the risk of human-based errors by verifying critical information such as drug dosages, treatment plans, and patient history. At the same time, these systems provide opportunities for earlier diagnosis and intervention by constantly monitoring the health status of patients. This creates new possibilities for the management and treatment of chronic diseases. For example, blood sugar measurements, heart rhythm monitoring and other health indicators can be continuously monitored through computer-aided systems, which helps patients better manage their condition. Another important point is that information technologies provide healthcare professionals with the opportunity to make informed decisions by providing accurate and reliable data in the treatment processes of patients. When patients become more aware of their health conditions, they can play a more effective role in being involved in the treatment process and managing their own health. In addition, it also holds an important place in terms of education; educational materials for health professionals and patients offer a more informed approach to preventing morbidity (disease rate) in patient care. As a result, computerized technologies can improve the level of both individual and social health by improving the quality of health services (9,10). Nursing care is a process that is shaped by different dynamics for each patient, and the ability to manage this process effectively depends on the knowledge, skills and competencies that nurses have. Nurses are health professionals who take on the most critical role in patient care, because they have important responsibilities such as ensuring patient safety during treatment processes, making clinical decisions and improving the quality of care. These skills of nurses are not limited only to clinical knowledge and technical competencies; they also include the ability to make quick and accurate decisions. Today, nursing education and practice are

undergoing a major transformation under the influence of information and communication technologies. Technological tools provide nurses with opportunities such as providing fast access to patients' health data, obtaining information about current treatment methods and using clinical decision support systems when necessary. This allows nurses to access accurate information independently of time and space, thereby improving the quality of care. However, the increasing use of these technologies brings with it some responsibilities. Especially when working with sensitive data such as health information, nurses should pay attention to the correct and legal use (8,11).

3. CONCLUSİON

It is inevitable that the use of information technologies should be within an ethical framework. Nurses are obliged to comply with ethical rules such as confidentiality, security and respect for patient rights when processing patient information in a digital environment. It is also an important problem that the use of technology must be carried out correctly and legally. Improper or irresponsible use can both endanger the safety of patients and lead to legal problems for healthcare professionals. For this reason, the establishment of an ethical way of behavior is of great importance for the integrity and quality of health services, as well as ensuring the efficient and safe use of technologies.

As a result, although the use of information technologies has become an integral part of the health field, doing it correctly and ethically plays a critical role in terms of patient safety and quality of care.

KAYNAKÇA

Pulimamidi, R. (2024). To enhance customer (or patient) experience based on IoT analytical study through technology (IT) transformation for E-healthcare. Measurement: Sensors, 33, 101087. Published by Elsevier.

Kazmer, M. M., & Xie, B. (2008). Qualitative interviewing in Internet studies: Playing with the media, playing with the method. Information, Communication & Society, 11(2), 257-278.

Cresswell, K., & Sheikh, A. (2013). Organizational issues in the implementation and adoption of health information technology innovations: An interpretive review. International Journal of Medical Informatics, 82(5), e73-e86.

Winter, A., Stäubert, S., Ammon, D., Aiche, S., Declar, O., Bischoff, V., ... de Greiff, A. (2018). Smart medical information technology for healthcare (SMITH). Methods of Information in Medicine, 57(P 01), e92-105.

Jabin, M. S. R., & Hammar, T. (2022). Issues with the Swedish e-prescribing system—An analysis of health information technology-related incident reports using an existing classification system. Digital Health, 8, 20552076221131139. https://doi.org/10.1177/20552076221131139

Jabin, M. S. R., Magrabi, F., Hibbert, P., Schultz, T., Bessen, T., & Runciman, W. (2020). Identifying and characterizing system issues of health information technology in medical imaging as a basis for recommendations. In 2019 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IST), Abu Dhabi, IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/IST48021.2019.9010426

Munoz Fernández, L., Díaz García, E., & Gallego Riestra, S. (2020). Las responsabilidades derivadas del uso de las tecnologías de la información y comunicación en el ejercicio de las profesiones sanitarias. Anales de Pediatría (Barcelona), 92, 307.

Erden, D. (2022). The use of information communication technologies (ICT) in nursing education: An overview of ethical problems. Journal of Health Sciences and Technologies of Abant, 2, 43-48.

Booth, R. G., Strudwick, G., McBride, P., O'Connor, P., & Solano López, A. L. (2021). How the nursing profession should adapt to a digital future. BMJ, 373, n1190.

Harpula, K., Bartosiewicz, A., & Krukowski, J. (2021). Views of Polish nurses on the expansion of their qualifications: Cross-sectional study. Nursing Reports, 11, 301–310.

Yildiz, T., & Avcu, Ç. (2023). Analysis of developments in health sciences. In Karabulut Şahin (Ed.), Technological developments in surgical nursing education: Objectively structured clinical exams (pp. 21-33). Summer Publications.

NEUROLEPTIC MALIGNANT SYNDROME: A COMPREHENSIVE PERSPECTIVE FROM EMERGENCY MEDICINE

Yalçın GÖLCÜK[2]

1. INTRODUCTION

Neuroleptic Malignant Syndrome (NMS) is a rare but potentially fatal condition linked to the use of antipsychotic medications, especially dopamine antagonists. The syndrome is marked by a clinical triad of muscle rigidity, hyperthermia, and autonomic dysfunction, often accompanied by altered mental status. While the precise pathophysiology remains unclear, it is thought to involve dopamine dysregulation in the central nervous system, leading to hypermetabolic states. NMS occurs in approximately 0.2% to 3% of patients using antipsychotics, with higher rates in male patients and those using high-potency antipsychotics (Wijdicks & Ropper, 2024). In the emergency department (ED), early recognition is critical due to the risk of rapid progression to severe complications such as renal failure, respiratory failure, and death. Emergency physicians (EPs)

2 Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Muğla/Türkiye, dryalcingolcuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8530-8607.

should maintain a high index of suspicion when encountering patients with a history of neuroleptic use who present with unexplained hyperthermia, rigidity, and altered mental status. Prompt diagnosis and intervention are essential to mitigate the risk of severe outcomes and improve patient prognosis in the ED setting (Carbone, 2000).

2. PATHOPHYSIOLOGY

Understanding NMS pathophysiology is vital for EPs, as it guides diagnosis and management. It involves dopamine blockade, causing muscle rigidity, hyperthermia, and autonomic dysfunction. Early recognition and intervention are crucial to prevent complications and improve outcomes.

Neuroleptic medications, or antipsychotics, primarily work by blocking dopamine D2 receptors in the central nervous system, which helps manage psychotic symptoms like hallucinations and delusions. However, this dopamine blockade can also lead to adverse effects, including NMS, especially in predisposed patients. The therapeutic dose range for neuroleptics can overlap with the dose that triggers NMS. First-generation antipsychotics, such as haloperidol, are more likely to cause NMS due to stronger dopaminergic blockade, while atypical antipsychotics, like clozapine, affect both dopamine and serotonin receptors, reducing but not eliminating NMS risk (Wijdicks & Ropper, 2024).

The primary mechanism of neuroleptic-induced NMS is dopamine receptor blockade, particularly D2 receptors. Inhibition of dopamine transmission, especially in the nigrostriatal pathway, leads to motor symptoms such as rigidity and akinesia. Dopamine also regulates mood, cognition, and reward, so its disruption causes these hallmark NMS symptoms.

Additionally, the hypothalamic dopamine disruption contributes to hyperthermia and autonomic dysfunction. Serotonergic pathways also play a role in NMS pathophysiology. Atypical antipsychotics, which modulate serotonin receptors, can influence NMS clinical presentation. Elevated serotonin levels may increase neuronal excitability, exacerbating rigidity and autonomic dysfunction. The interplay between serotonergic and dopaminergic systems complicates NMS, with serotonin fluctuations intensifying dopaminergic blockade effects. Emerging evidence suggests the glutamatergic system is involved in NMS. Glutamate, the brain's principal excitatory neurotransmitter, may contribute to neuronal excitability and muscle rigidity during NMS. Excessive glutamate release could worsen the hypermetabolic state seen in NMS, further exacerbating the condition. The interaction between glutamate and dopamine systems contributes to the clinical manifestations of this rare but serious Syndrome (Miyasaka & ark., 2024).

NMS is characterized by a hypermetabolic state, which is a hallmark of the syndrome. This state manifests as elevated body temperature, increased muscle activity, and altered metabolic parameters, including elevated creatine phosphokinase (CK) levels (Macedo & ark., 2024). The hypermetabolism observed in NMS is primarily due to increased muscle rigidity and excessive sympathetic nervous system activation, both of which raise the metabolic demand. This increased demand can place significant stress on the body, potentially leading to multi-organ dysfunction if not promptly addressed (Zhang & ark., (2024).

The hypermetabolic state in NMS can profoundly impact various organ systems, particularly the kidneys. Elevated CK levels can result in rhabdomyolysis, leading to acute kidney injury. In addition, metabolic imbalances such as electrolyte disturbances (e.g., hypocalcemia, hyperkalemia) can occur,

requiring close monitoring and management. For EPs, timely recognition of these complications is essential for initiating interventions such as intravenous hydration, which can help mitigate kidney damage, and correcting electrolyte imbalances to prevent further complications. Ongoing monitoring of renal function and electrolytes is crucial to guide treatment decisions and ensure optimal care. Without proper management, the hypermetabolic state can lead to serious complications and poor patient outcomes, highlighting the need for prompt, aggressive intervention in the emergency Department (Wijdicks & Ropper, 2024).

Autonomic instability in NMS can lead to a range of cardiovascular abnormalities, including tachycardia, hypertension, and arrhythmias. These manifestations result from excessive sympathetic stimulation and can worsen the patient's clinical condition. The increased catecholamine release seen in NMS causes vasoconstriction and elevated blood pressure, potentially compromising organ perfusion. EPs must closely monitor vital signs, as fluctuations in heart rate and blood pressure may indicate worsening autonomic dysfunction. Rapid intervention, such as fluid resuscitation and antihypertensive medications, may be required to stabilize the cardiovascular status (Wang & ark., 2020).

Gastrointestinal symptoms, such as nausea, vomiting, abdominal pain, and diarrhea, are common in NMS due to autonomic dysregulation. These symptoms can exacerbate the patient's condition and complicate management. Autonomic instability can reduce gastrointestinal motility, resulting in ileus and abdominal distension. EPs should monitor bowel sounds and perform abdominal examinations. Management may include antiemetics, intravenous fluids, and, in some cases, nasogastric decompression to prevent complications like aspiration.

Respiratory complications, such as tachypnea, hypoventilation, or respiratory failure, can also arise from autonomic instability in NMS. Severe muscle rigidity can impair respiratory mechanics, reducing tidal volumes and compromising gas exchange. Aspiration due to altered mental status increases the risk of respiratory infections. EPs should assess respiratory function early, using pulse oximetry and arterial blood gas analysis to monitor oxygenation. In severe cases, interventions like supplemental oxygen, non-invasive ventilation, or intubation may be necessary (Liam & ark., 1990).

3. CLINICAL MANIFESTATIONS

The clinical manifestations of NMS are multifaceted and can vary among individuals, necessitating prompt recognition and diagnosis. NMS is characterized by a combination of symptoms resulting from dopamine receptor blockade, which causes significant changes in neurological, autonomic, and metabolic functions. The core symptoms include severe muscle rigidity, hyperthermia, autonomic dysregulation, and altered mental status. Understanding these manifestations is essential for distinguishing NMS from other conditions, as they can overlap with other medical disorders, complicating the diagnostic process (Simon & ark., 2023).

Muscle rigidity in NMS is often described as "lead-pipe" rigidity, where muscle tone remains elevated regardless of movement. This symptom typically affects the whole body, especially the neck and back, causing discomfort and pain. EPs must distinguish NMS rigidity from conditions like akathisia or dystonia, as misdiagnosis can lead to inappropriate treatment.

Careful clinical evaluation, including the patient's medication history, is crucial for accurate diagnosis and timely intervention.

Hyperthermia is one of the most critical symptoms of NMS, with body temperature often exceeding 38°C (100.4°F) and reaching 40°C (104°F) or higher. This is due to increased metabolic activity and muscle rigidity, which generate excess heat. In EDs, hyperthermia can cause complications, such as multi-organ dysfunction syndrome, if not addressed immediately. Cooling strategies, including intravenous fluids and antipyretics, are essential, along with continuous monitoring of potential sequelae.

Autonomic instability is a key feature of NMS, manifesting as tachycardia, hypertension, diaphoresis, and gastrointestinal distress. Dysregulation of the autonomic nervous system can lead to cardiovascular instability and metabolic disturbances, requiring constant monitoring of vital signs and hemodynamics. Early recognition and management are critical to prevent complications like arrhythmias, shock, and gastrointestinal issues such as ileus (Wijdicks & Ropper, 2024).

Altered mental status in NMS ranges from confusion to stupor or coma, resulting from hyperthermia, electrolyte imbalances, and potential rhabdomyolysis. Fluctuations in consciousness complicate management, requiring EPs to consider possible underlying psychiatric conditions and metabolic disturbances when developing a treatment plan (Tse & ark., 2015).

NMS presents with a distinct clinical profile, but its symptoms overlap with several other acute medical conditions, requiring a thorough differential diagnosis. The key features of NMS, including hyperthermia, muscle rigidity, altered mental

status, and autonomic dysregulation, can also be seen in other syndromes, making timely identification critical for effective management. This section explores differential diagnoses such as serotonin syndrome, malignant hyperthermia, infection-related encephalitis, and sepsis (Wijdicks & Ropper, 2024).

Serotonin Syndrome results from excessive serotonin in the central nervous system, typically due to serotonergic drug use. Symptoms include hyperthermia, altered mental status, myoclonus, and autonomic instability, resembling NMS. The distinguishing feature of Serotonin Syndrome is neuromuscular hyperactivity, such as clonus and hyperreflexia, which are less common in NMS. SS also has a more rapid onset, often within hours of serotonergic drug initiation, while NMS tends to develop more gradually after neuroleptic exposure.

Malignant hyperthermia is a rare but severe condition triggered by anesthetic agents like halothane or succinylcholine in genetically predisposed individuals. It shares symptoms with NMS, including hyperthermia and muscle rigidity, but typically occurs during the perioperative period. Key differences include rapid onset and the presence of elevated CK levels, hyperkalemia, and acidosis in malignant hyperthermia. Immediate intervention with dantrolene is essential in these cases.

Viral encephalitis, caused by pathogens such as herpes simplex virus, can mimic NMS with symptoms like fever, altered mental status, and rigidity. Encephalitis often presents with more pronounced cognitive changes, seizures, and focal neurological deficits. Diagnostic imaging (e.g., MRI) and lumbar puncture are crucial for diagnosis and guiding antiviral treatment, particularly in cases of herpes simplex virus encephalitis.

Sepsis results from a dysregulated host response to infection and can present with fever, tachycardia, altered mental status, and muscle rigidity, overlapping with NMS. However, sepsis is typically associated with signs of infection, such as leukocytosis or abnormal inflammatory markers. Unlike NMS, sepsis may lead to hypotension and septic shock. Differentiating between sepsis and NMS requires a comprehensive history, physical examination, and laboratory tests, followed by early intervention with antibiotics and fluid resuscitation.

NMS is characterized by clinical features that necessitate specific laboratory and imaging evaluations. These investigations are essential for confirming the diagnosis, assessing severity, and ruling out other conditions with similar presentations. Key laboratory findings in NMS include elevated CK, leukocytosis, electrolyte abnormalities, and results from neuroimaging studies.

A hallmark laboratory finding in NMS is significantly elevated CK levels. CK, an enzyme found primarily in skeletal muscle, is released into the bloodstream when muscle damage occurs. In NMS, intense muscle rigidity and increased metabolic demands cause muscle breakdown, leading to high CK levels. In the emergency department, CK levels exceeding 1,000 IU/L, and sometimes up to 20,000 IU/L in severe cases, require immediate attention. Elevated CK reflects the extent of muscle damage and can signal life-threatening complications, such as rhabdomyolysis, which poses a risk to renal function. Early recognition and intervention, including aggressive intravenous fluid administration, are vital to preventing acute kidney injury. Close monitoring and serial CK measurements help track disease progression and response to treatment, guiding therapeutic decisions and preventing critical outcomes.

Leukocytosis, or elevated white blood cell count, is another common finding in NMS patients, typically ranging from 15,000 to 30,000 cells/mm³. This elevation often results from the physiological stress of fever, muscle injury, and the inflammatory response to neuroleptic agents. In the emergency department, leukocytosis should be interpreted carefully, as it may suggest infection but in NMS is often a nonspecific stress response. When fever and altered mental status are present, it is important to distinguish NMS from other inflammatory conditions, such as sepsis, to avoid unnecessary treatments. Integrating leukocytosis with other clinical signs like autonomic instability, hyperthermia, and muscle rigidity aids in accurate diagnosis, ensuring that the appropriate therapies are administered (Wijdicks & Ropper, 2024).

Electrolyte imbalances are common in NMS and can significantly impact clinical management, with the most frequent abnormalities including hyperkalemia, hypocalcemia, hyperphosphatemia, and metabolic acidosis. Hyperkalemia occurs due to muscle breakdown, releasing potassium into the bloodstream and increasing the risk of cardiac arrhythmias, necessitating continuous cardiac monitoring. Hypocalcemia, resulting from muscle injury and alterations in parathyroid hormone secretion, can lead to neuromuscular irritability, worsening NMS symptoms. Additionally, hyperphosphatemia, caused by phosphate release from damaged muscle tissue, can contribute to metabolic disturbances and exacerbate clinical outcomes.

In the ED, regular monitoring of electrolytes is crucial for early identification and management of abnormalities. Given the potential for severe complications such as arrhythmias, seizures, and acute renal failure, prompt detection and correction of imbalances, particularly hyperkalemia and hypocalcemia, are

essential. Continuous monitoring helps minimize the risk of progression to life-threatening conditions and ensures timely interventions. As electrolyte disturbances in NMS can change rapidly due to the hypermetabolic state and rhabdomyolysis, emergency physicians must remain vigilant and adjust treatment plans to prevent complications, including arrhythmias and multi-organ failure (Wijdicks & Ropper, 2024).

Neuroimaging plays a supplementary role in the evaluation of NMS, primarily to rule out other neurological conditions that may mimic its clinical presentation, such as encephalitis, intracranial hemorrhage, or other structural brain abnormalities. Magnetic Resonance Imaging (MRI) is commonly used to assess the brain for signs of infection, inflammation, or structural changes. In cases of NMS, MRI may reveal nonspecific changes, including T2-weighted hyperintensities in basal ganglia regions, which could indicate edema resulting from neuroleptic medications or the underlying syndrome. Computed Tomography (CT) scans are useful for rapidly assessing acute intracranial pathologies. While CT may not show specific findings related to NMS, it helps exclude other emergent causes of altered mental status and neurological deficits. Though neuroimaging is not directly diagnostic for NMS, it is crucial in EDs, where rapid and accurate differential diagnosis is critical. When patients present with severe neurological symptoms like altered mental status, seizures, or focal deficits, neuroimaging becomes an essential tool to rule out life-threatening conditions like stroke, intracranial hemorrhage, or mass lesions that can mimic NMS. EPs must consider the full clinical context and use imaging modalities such as CT or MRI to exclude structural abnormalities while interpreting laboratory data, including elevated CK levels, leukocytosis, and electrolyte disturbances, which are hallmark features of NMS.

4. DIAGNOSIS

Diagnosing NMS requires a nuanced understanding of clinical criteria, diagnostic challenges, and the role of biomarkers (Ware, Feller & Hall, 2018). Given the complexity of NMS presentations, a high index of suspicion is essential for EPs, as timely identification is crucial in acute care. Early diagnosis and intervention are vital for reducing morbidity and mortality rates (Kiyingi & ark., 2020). In the ED, EPs must differentiate NMS from other conditions with overlapping symptoms, such as encephalitis, sepsis, and drug-induced syndromes, particularly when altered mental status, hyperthermia, and autonomic instability are present (Desai & ark., 2021). A detailed medical history, including medication and psychiatric background, is critical for establishing the diagnosis (Velosa & ark., 2019). Laboratory investigations and imaging studies help rule out alternative diagnoses. Diagnostic challenges arise due to varying symptom onset and severity, which can delay recognition and lead to misdiagnosis. Recognizing the importance of biomarkers aids in confirming NMS and guiding timely management. A comprehensive understanding of these factors enables emergency physicians to respond effectively, improving patient outcomes and minimizing complications (Ware, Feller & Hall, 2018).

The diagnosis of NMS is primarily based on clinical criteria outlined in diagnostic manuals such as the DSM-5 and various clinical guidelines. The DSM-5 categorizes NMS under "medication-induced movement disorders" and provides specific diagnostic criteria that must be met for a diagnosis of NMS. These include:

Severe muscle rigidity: This is often generalized and can be assessed through clinical examination.

Hyperthermia: An elevated body temperature exceeding 38 °C (100.4 °F) is typically observed.

Autonomic instability: This may manifest as fluctuations in blood pressure, tachycardia, sweating, and altered respiratory patterns.

Altered mental status: Patients may present with confusion, agitation, delirium, or even coma.

Recent exposure to antipsychotic medications: Diagnosis is typically contingent upon the use of neuroleptics, particularly if exposure occurred within the last several weeks.

Despite established clinical criteria, diagnosing NMS in the ED is challenging due to the syndrome's variable onset and presentation. NMS can develop within hours or weeks after the initiation or adjustment of neuroleptic medications, making it difficult for EPs to immediately associate symptoms with antipsychotic use, especially when the patient's medical history is unclear. Rapid presentations with hyperthermia, muscle rigidity, and altered mental status are easier to identify, but gradual symptom onset can be mistaken for sepsis, neuroinfection, or worsening psychiatric illness, leading to diagnostic delays. This variability complicates timely diagnosis and management in the fast-paced EDs. The overlap between NMS and other conditions, such as serotonin syndrome, malignant hyperthermia, and drug-induced movement disorders, increases the risk of misdiagnosis. These conditions share symptoms like hyperthermia, altered mental status, and autonomic dysfunction. For example, serotonin syndrome, which also involves hyperreflexia and myoclonus, may be difficult to distinguish in patients on both serotonergic and neuroleptic medications. Without careful assessment, treatments for

serotonin syndrome, such as discontinuing serotonergic agents and administering benzodiazepines, could be mistakenly given, potentially worsening the clinical course of NMS (Wijdicks & Ropper, 2024).

In the ED, prompt diagnosis of NMS is critical, but challenging due to the lack of specific biomarkers. While ongoing research seeks to identify more precise markers, several laboratory findings can support clinical suspicion. Elevated CK levels are commonly observed in NMS and, when coupled with muscle rigidity and hyperthermia, help substantiate the diagnosis. Additionally, leukocytosis and electrolyte imbalances, such as hyperkalemia and metabolic acidosis, are often present, providing further evidence of the syndrome's physiological disturbances. Although these findings are nonspecific, they are valuable in reinforcing the diagnosis in the fast-paced emergency environment (Orsolini & Volpe, 2024).

Research into genetic markers is also underway, focusing on individual susceptibility and enhancing diagnostic accuracy. The dopamine D2 receptor gene has been associated with an increased risk of NMS, suggesting a genetic predisposition in certain individuals. Other genes, such as the serotonin transporter gene SLC6A4 and the catechol-O-methyltransferase gene, have also been studied for their roles in neurotransmitter regulation. Genome-wide association studies aim to identify additional genetic loci linked to NMS, potentially leading to more personalized treatment strategies and improved patient outcomes by better identifying at-risk individuals (Wijdicks & Ropper, 2024).

A comprehensive medical history is crucial in diagnosing NMS, particularly in the high-pressure environment of the emergency department. EPs must evaluate the patient's

psychiatric and medical history, as well as recent medication changes, dosages, and adherence to prescribed treatments, to ensure accurate diagnosis and management. A detailed psychiatric history, including prior antipsychotic use and previous episodes of NMS, is essential. Patients with a history of NMS are at increased risk for recurrence upon re-exposure to neuroleptics, enabling providers to make informed decisions about medication adjustments and alternative treatments.

Additionally, assessing concurrent medication use, particularly those affecting dopaminergic pathways, and underlying comorbidities like renal dysfunction or metabolic disorders is vital, as these factors can influence the development and severity of NMS. Renal impairment, for example, can exacerbate neuroleptic accumulation, heightening NMS risk. Substance use, including illicit drugs and alcohol, should also be reviewed as they can interact with prescribed medications, complicating the clinical picture. Engaging with patients and their families is critical to understanding symptom progression, medication adherence, and prior psychiatric interventions. Family input can provide valuable insights, particularly in EDs where time is limited, helping to clarify symptom onset and responses to medications, thus guiding effective treatment decisions.

5. MANAGEMENT

Effective management of NMS requires prompt recognition, stabilization of vital signs, and addressing hyperthermia, autonomic instability, and altered mental status. Pharmacological interventions, electroconvulsive therapy, and long-term management are crucial for improving patient outcomes and preventing complications (Ware, Feller & Hall, 2018).

ICU admission for NMS is necessary due to the potential for severe complications such as respiratory failure, renal failure, and hemodynamic instability. Key criteria for ICU admission include severe manifestations like muscle rigidity, hyperthermia over 39°C (102.2°F), altered mental status, and autonomic instability. Electrolyte imbalances, such as elevated CK levels, myoglobinuria, and acute kidney injury, require intensive monitoring and supportive care. Cardiovascular instability, including tachycardia, hypotension, or arrhythmias, also necessitates ICU stabilization with continuous cardiac monitoring and vasopressor support. By identifying these critical signs early, EPs can ensure timely ICU transfer, improving patient outcomes and safety (Wijdicks & Ropper, 2024).

Hyperthermia is a hallmark of NMS, requiring prompt and effective temperature control measures to prevent further complications. External cooling methods, such as cooling blankets, ice packs, and tepid baths, are essential in rapidly decreasing body temperature. These interventions are particularly important in the emergency setting, where immediate action can mitigate the risk of multi-organ dysfunction. Prolonged hyperthermia can exacerbate the severity of the condition, making early cooling a priority. In addition, intravenous fluids play a critical role in both evaporative cooling and volume resuscitation. The administration of isotonic saline helps correct dehydration and electrolyte imbalances, supporting renal function and preventing acute kidney injury. Pharmacological agents, such as acetaminophen (paracetamol), may be considered in severe cases of hyperthermia; however, their role in NMS remains uncertain. Paracetamol works by inhibiting prostaglandin synthesis in the central nervous system, reducing fever, but its efficacy in NMS-induced hyperthermia is limited. The pathophysiology of NMS, characterized by dopamine dysregulation and muscle rigidity, may hinder the

effectiveness of antipyretics. Therefore, while paracetamol can be part of a broader management strategy, it should be combined with other interventions that address the underlying causes of hyperthermia. Continuous temperature monitoring is essential to evaluate the effectiveness of treatments and adjust interventions as necessary.

Pharmacological interventions are crucial in managing NMS, focusing on reversing its underlying pathophysiology (van Rensburg & Decloedt, 2019). Dantrolene, a skeletal muscle relaxant, inhibits calcium release from the sarcoplasmic reticulum in muscle cells, thereby reducing muscle rigidity and hyperthermia. Early administration of dantrolene, typically starting with a dose of 2.5 mg/kg intravenously, has been shown to rapidly improve symptoms, with repeated doses adjusted according to the clinical response (Zhang & ark., 2024). Dopaminergic agents like bromocriptine and amantadine are often used as adjunctive therapies. Bromocriptine, a dopamine agonist, helps restore dopaminergic activity in the central nervous system, potentially alleviating symptoms. It is generally initiated at 2.5 mg, with dosing increased based on tolerance and response. Amantadine, an antiviral with dopaminergic properties, also aids in managing NMS symptoms, with an initial dose of 100 mg orally, adjusted for renal function and clinical progress. Supportive care medications further complement treatment. Benzodiazepines may be used to manage agitation and anxiety, while fluid resuscitation and electrolyte management are essential to address dehydration and imbalances caused by hypermetabolism and autonomic dysfunction. These pharmacological and supportive strategies are key in stabilizing patients and improving outcomes in NMS (Pileggi & Cook, 2016).

Electroconvulsive therapy (ECT) may be considered in severe NMS cases, especially when rapid improvement is crucial or when psychotic symptoms are present (Wadhwa, Cullinan & Sivaraman, 2025). ECT has shown effectiveness in reducing the duration of symptoms and improving outcomes by alleviating hyperthermia and autonomic dysregulation. It can be particularly beneficial in patients unresponsive to conventional pharmacotherapy. However, ECT should be used cautiously due to potential cardiovascular complications and autonomic instability. Close monitoring of vital signs and cardiac function is essential, requiring careful pre-assessment. Collaborative efforts between EPs, psychiatrists, and anesthesiologists are crucial to ensure safe administration and optimize outcomes (Seth, Raghuveer & Qureshi, 2024).

Long-term management of NMS focuses on monitoring for recurrence and addressing underlying psychiatric conditions. This includes structured follow-up with psychiatric evaluations, educating patients and families about NMS signs, and considering safer pharmacological alternatives to neuroleptics. Discontinuing neuroleptics gradually is crucial to avoid withdrawal effects and exacerbating psychiatric symptoms. Atypical antipsychotics are often recommended due to their lower risk of NMS. Patients with a history of NMS require close monitoring, especially when re-exposed to neuroleptics. Education for patients and families about recognizing symptoms and reporting changes is essential.

6. PROGNOSIS AND OUTCOMES

The prognosis of NMS depends on early diagnosis and treatment. Prompt intervention improves short-term outcomes,

including resolving hyperthermia and rigidity, and reduces risks of renal failure and cardiovascular collapse. Long-term recovery varies, with comorbid conditions complicating outcomes and increasing the risk of recurrence (Wijdicks & Ropper, 2024).

The short-term prognosis for NMS patients is largely influenced by the severity at treatment initiation. Early recognition and prompt management are critical in reducing morbidity and mortality. Mortality rates range from 5% to 20%, depending on complications like renal failure, respiratory issues, and cardiac instability. Symptom reversal typically occurs within days to weeks with appropriate treatment. Early administration of dantrolene and other pharmacological agents improves muscle rigidity and hyperthermia, contributing to better outcomes. ICU admission for close monitoring further enhances recovery, with patients experiencing shorter hospital stays and fewer complications. EPs play a crucial role in rapidly diagnosing and initiating treatment, facilitating timely life-saving interventions and ensuring the appropriate level of care from the outset.

Long-term outcomes for NMS patients vary, with recurrence rates between 10% and 50%. Recurrences are common, especially after re-exposure to neuroleptics, emphasizing the need for careful treatment strategies. Avoiding neuroleptics or using atypical antipsychotics, which have a lower NMS risk, can help reduce recurrence. Cognitive and functional recovery can also be affected, with 20% to 40% of patients experiencing some degree of cognitive decline or disability. Factors such as symptom duration, severity, and hypoxic events during NMS influence recovery. Pre-existing psychiatric conditions further impact functional outcomes, complicating rehabilitation efforts. A multidisciplinary approach, including psychiatrists, neurologists, and rehabilitation specialists, is crucial for optimizing recovery and improving quality of life.

7. CONCLUSION

NMS is a critical emergency requiring immediate recognition and management due to its potential for significant morbidity and mortality. Triggered by antipsychotic medications, it is characterized by muscle rigidity, hyperthermia, autonomic dysregulation, and altered mental status. EPs must understand its complex pathophysiology, including dopamine blockade, for effective monitoring. Management focuses on stabilization, pharmacological interventions, and long-term monitoring. Medications like dantrolene and bromocriptine help alleviate symptoms. Early recognition and treatment improve short- and long-term outcomes, including cognitive and functional recovery. Interdisciplinary collaboration is essential for managing NMS, especially in patients with comorbid conditions.

REFERENCES

Carbone, J. R. (2000). The neuroleptic malignant and serotonin syndromes. *Emergency Medicine Clinics of North America, 18*(2), 317–x. https://doi.org/10.1016/s0733-8627(05)70127-9

Desai, S., Hirachan, T., Toma, A., & Gerolemou, A. (2021). Malignant catatonia versus neuroleptic malignant syndrome. *Cureus, 13*(6), e15818. https://doi.org/10.7759/cureus.15818

Kiyingi, M., Bongomin, F., Kizito, M., & Kaddumukasa, M. (2020). Neuroleptic malignant syndrome: Early diagnosis saves lives in low-resource settings. *International Medical Case Reports Journal, 13*, 359–362. https://doi.org/10.2147/IMCRJ.S270332

Liam, C. K., & Ong, S. B. (1990). Neuroleptic malignant syndrome with renal and respiratory complications--a case report. *Singapore Medical Journal, 31*(2), 182–184.

Macedo, E., Rodrigues, F., Marques, A. R., Ribeiro, L., & Silveira, P. (2024). Neuroleptic malignant syndrome: An intensive care unit case of exceptionally high creatinine kinase and myoglobin levels. *Cureus, 16*(3), e56306. https://doi.org/10.7759/cureus.56306

Miyasaka, K., Hirofuji, S., Maezawa, M., Nakao, S., Yamashita, M., Ichihara, N., Nokura, Y., Tamaki, H., Iguchi, K., & Nakamura, M. (2024). Evaluation of antipsychotic-induced neuroleptic malignant syndrome using a self-organizing map. *Cureus, 16*(8), e68260. https://doi.org/10.7759/cureus.68260

Orsolini, L., & Volpe, U. (2024). Expert guidance on the differential diagnosis of neuroleptic malignant syndrome. *Expert*

Review of Neurotherapeutics, 1–8. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/14737175.2024.2417414

Pileggi, D. J., & Cook, A. M. (2016). Neuroleptic malignant syndrome. *The Annals of Pharmacotherapy, 50*(11), 973–981. https://doi.org/10.1177/1060028016657553

Seth, N. H., Raghuveer, R., & Qureshi, M. I. (2024). Integrating physiotherapy in neuroleptic malignant syndrome management: A case report. *Cureus, 16*(6), e62808. https://doi.org/10.7759/cureus.62808

Simon, L. V., Hashmi, F., & Callahan, A. L. (2023). Neuroleptic malignant syndrome. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

van Rensburg, R., & Decloedt, E. H. (2019). An approach to the pharmacotherapy of neuroleptic malignant syndrome. *Psychopharmacology Bulletin, 49*(1), 84–91.

Velosa, A., Neves, A., Barahona-Corrêa, J. B., & Oliveira-Maia, A. J. (2019). Neuroleptic malignant syndrome: A concealed diagnosis with multitreatment approach. *BMJ Case Reports, 12*(6), e225840. https://doi.org/10.1136/bcr-2018-225840

Wadhwa, A., Cullinan, J. T., & Sivaraman, S. (2025). Use of electroconvulsive therapy on an adolescent inpatient psychiatric unit. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America, 34*(1), 119–128. https://doi.org/10.1016/j.chc.2024.07.013

Wang, Q., Shi, J., Zhao, P., Cao, Q., & Yao, Z. (2020). Neuroleptic malignant syndrome with abnormally elevated cardiac troponin I: A case report. *The Journal of International Medical Research, 48*(11), 300060520968344. https://doi.org/10.1177/0300060520968344

Ware, M. R., Feller, D. B., & Hall, K. L. (2018). Neuroleptic malignant syndrome: Diagnosis and management. *The Primary Care Companion for CNS Disorders, 20*(1), 17r02185. https://doi.org/10.4088/PCC.17r02185

Wijdicks, E. F. M., & Ropper, A. H. (2024). Neuroleptic malignant syndrome. *The New England Journal of Medicine, 391*(12), 1130–1138. https://doi.org/10.1056/NEJMra2404606

Zhang, V., Wirtz, A. J., Dhingra, A., Zahid, A., & Hussain, N. (2024). Conceptualizing the relationship between synthetic cannabinoid use and neuroleptic malignant syndrome. *Bipolar Disorders.* Advance online publication. https://doi.org/10.1111/bdi.13503

Zhang, W., Zhao, X., Bhuiyan, P., Liu, H., & Wei, H. (2024). Neuroprotective effects of dantrolene in neurodegenerative disease: Role of inhibition of pathological inflammation. *Journal of Anesthesia and Translational Medicine, 3*(2), 27–35. https://doi.org/10.1016/j.jatmed.2024.04.002

SONODYNAMIC THERAPY

Mehran AKSEL

Mehmet Dinçer BİLGİN

1. INTRODUCTION

Sonodynamic therapy (SDT), introduced by Umemura et al., combines sonosensitizers with low-intensity ultrasound to treat tumors and other conditions, building on ultrasound's use in chemotherapy since 1967.(Lafond, Yoshizawa, & Umemura, 2019). Ultrasound enhanced radio- and chemosensitivity in mouse tumors, with synergy with Photofrin shown in 1988. The term "Sonodynamic Therapy" was coined in 2003, formalizing its use (P. Chen, Zhang, Shah, Cui, & Wang, 2023).

SDT surpasses photodynamic therapy with deeper tissue penetration, reduced collateral damage, and improved specificity. Advances in oncology and drug delivery boost its potential, promising non-invasive treatment for many conditions, including up to 24,000 annual anti-tumor cases.(Choi, Rajora, & Zheng, 2020).

2. MECHANISM OF SONODYNAMIC THERAPY

2.1 Phenomena and Mechanisms of Ultrasound

Ultrasound, a sound wave above 20 kHz, interacts with tissue through reflection, refraction, absorption, and dispersion, influencing its energy transfer and therapeutic efficacy.(Gong & Dai, 2021; Xiang & Chen, 2019).

- **Thermal effect:** Ultrasound waves release energy as they traverse biological tissues, converting it into heat. This localized heating accelerates cellular metabolism or induces thermal damage to tissues.

- **The mechanical effect:** The mechanical pressure exerted by ultrasound waves manifests in three key phenomena:

- **Microstreaming:** Small-scale fluid flows induced by ultrasound stress cell membranes and enhance molecular transport by increasing cellular permeability.

- **Cavitation:** Ultrasound forms or oscillates gas bubbles within liquids. This process is categorized as:

  - *Inertial Cavitation:* The rapid growth and collapse of bubbles release significant energy, generating localized heat and pressure that can damage tissues and produce free radicals.

  - *Stable Cavitation:* The steady expansion and contraction of bubbles create low-energy microflows that are less damaging to tissues.

- **Bilayer Sonophore Effect:** Ultrasound alters the properties of bilayer structures like cell membranes, enhancing drug transport and membrane permeability.

- **The chemical effect:** Ultrasound energy can induce chemical changes in fluids, generating free radicals and reactive molecules, which may cause cellular damage or alter biochemical processes.

These mechanisms are crucial for understanding ultrasound's therapeutic applications and its effects on biological tissues (O'Brien, 2007; Xiang & Chen, 2019).

2.2 Principles of Sonodynamic Therapy

Sonodynamic therapy (SDT) combines ultrasonic waves with sonosensitizers to induce tumor cell death, immune responses, drug delivery, and antimicrobial effects. Unlike photodynamic therapy, it uses ultrasound instead of light, offering a non-invasive, site-specific treatment (Li, Lin, Li, Zeng, & Liu, 2021).

SDT uses sonosensitizers that absorb low-frequency ultrasound waves, producing reactive oxygen species (ROS) that cause cellular damage (Aksel, Bozkurt-Girit, & Bilgin, 2020; Aksel, Kesmez, Yavaş, & Bilgin, 2021). ROS generated in SDT can induce apoptosis, pyroptosis, or necroptosis, causing lipid peroxidation, calcium imbalance, and damage to membranes and DNA. Acoustic cavitation amplifies these effects through targeted tissue interactions(Sofuni & Itoi, 2022). Cavitation is key to SDT, boosting sonosensitizer absorption and reducing tumor oxygen levels. Optimizing timing and dosage is essential. Research aims to refine cavitation dynamics and sonophoresis for better clinical outcomes.(Son et al., 2020; Xianwen Wang, Zhong, Gong, Chao, & Cheng, 2020).

2.3 Sonosensitizers and their Role

Sonosensitizers are key in sonodynamic therapy (SDT) for treating diseases like cancer, atherosclerosis, and infections. They can be used alone or in nanoscale delivery systems. Their chemical and physical properties are crucial for SDT efficacy, as they generate toxic species like reactive oxygen species (ROS) through cavitation, activated by ultrasound for cancer treatment (Xing et al., 2021).

In addition to sonosensitizers like pheophorbide-a, phthalocyanins, and chlorin e6, nanoparticles such as titanium dioxide (TiO2) play a key role in advancing SDT. This technique targets cancer, atherosclerosis, and biofilm-related infections, with sonosensitizers used alone or in nanoscale drug delivery systems for versatile applications (Xu et al., 2021).

The chemical and physical properties of sonosensitizers are vital for SDT efficacy. They generate ROS through ultrasound-induced cavitation, triggering apoptotic pathways by activating Bax channel pores and releasing cytochrome c, essential for programmed cell death in cancer therapies (Aksel et al., 2020, 2021).

Recent research aims to enhance sonodynamic treatments by exploring various sonosensitizers. Inorganic sonosensitizers are synthesized using methods like the hot-solvent technique or oral health-related substances. In-situ polymerization has improved photon absorption and photocatalytic activity, utilizing drug-free carriers and US/ROS-responsive treatments (Xing et al., 2021). Innovative dynamic cellular constructs made of insoluble blue columns have been developed for ultrasound imaging, opening new possibilities for diagnostics. However, the physiological mechanisms, pharmacokinetics, and cytotoxic

effects of sonosensitizers, especially on vital organs like the liver and kidneys, remain underexplored (Lafond et al., 2019). Despite the potential of sonosensitizers in sonodynamic devices and preclinical studies, ensuring efficient delivery and improving drug delivery and bioavailability in clinical settings remains a significant challenge.

2.4 Role of Reactive Oxygen Species

Reactive oxygen species (ROS) are key mediators in sonodynamic therapy (SDT), inducing toxic effects in tumor cells. SDT activates sonosensitizers via ultrasound, generating ROS that oxidize biomolecules, triggering cellular damage and leading to apoptosis or necrosis, crucial for cancer treatment.(Zhiyu Zhao et al., 2023; Zhou et al., 2023).

SDT generates ROS, especially singlet oxygen and hydroxyl radicals, causing oxidative stress and damage to proteins, DNA, and lipids, leading to apoptosis, autophagy, pyroptosis, and necrosis, with antitumor effects. Different sonosensitizers produce ROS through type I or II photochemical reactions, though some may not generate ROS at all. The efficiency of ROS production depends on factors like sonosensitizer properties, composition, and ultrasound parameters. Ultrasound power, sonosensitizer concentration, and solubility affect oxygen generation, with further research needed to optimize oxygen generation and SDT techniques(Sofuni & Itoi, 2022; Son et al., 2020; Xianwen Wang et al., 2020).

3. Cell Death Mechanisms and Pathways in SDT Application

Cell death is a common outcome in anti-tumor chemotherapy, and the death pathways activated in Sonodynamic therapy (SDT) are crucial for targeted treatment. This chapter

provides an overview of SDT's effects on apoptosis, necrosis, autophagy, ferroptosis, and other cell death pathways(Niu et al., 2021; T. Wang, Peng, Du, & Chen, 2023).

3.1 Apoptosis

Apoptosis is programmed cell death that occurs during development and in response to stressors like radiation and chemotherapy. It results in cell shrinkage, chromatin condensation, and DNA fragmentation, forming apoptotic bodies for phagocytosis. Dysregulated apoptosis is linked to diseases; excessive apoptosis can cause neurodegenerative disorders, while insufficient apoptosis may lead to tumors and autoimmune issues. Apoptosis occurs via two pathways: extrinsic (activated by death receptors) and intrinsic (triggered by stress), both activating distinct caspases (Aksel et al., 2021). Fluorescence microscopy detects apoptotic bodies, with green for apoptosis and red for phagocytes, while phosphatidylserine exposure signals phagocyte recognition. In sonodynamic therapy, ultrasound with sensitizing agents enhances apoptosis in cancer cells by increasing reactive oxygen species, enabling more efficient treatment (Aksel et al., 2020, 2021).

3.2 Necroptosis

Necrosis is cell death marked by membrane rupture, releasing intracellular components and causing inflammation. It can be accidental or regulated, involving pathways like receptor-interacting protein kinase. Once seen as a side effect of apoptosis, necrosis is now linked to immunogenic chemotherapy, boosting immune response. SDT can activate necrosis pathways, promoting immunity against cancer and enhancing chemotherapy by using ultrasound to induce hyperthermia and improve drug uptake (Tian et al., 2016; Um et al., 2020b, 2020a).

Studies on SDT-induced cell death focus on mitochondrial dysfunction and endoplasmic reticulum stress, influencing therapy outcomes. Research also examines SDT's potential to trigger immunogenic cell death, boosting immune surveillance against tumors. Ongoing work aims to optimize SDT protocols for better efficacy and less healthy tissue damage (Um et al., 2020b).

3.3 Autophagy

Autophagy, a "self-eating" process, removes damaged organelles for degradation and is vital for cell survival after injury. It plays a key role in heart disease, tumor suppression, and cancer cell survival under nutrient stress. Autophagy also prevents degenerative diseases and promotes DNA stability. Its pathways are important in cancer therapy, and dysfunctions are linked to neurodegenerative and metabolic disorders. Sonodynamic therapy may activate autophagy, providing promising cancer treatment opportunities (F. Chen et al., 2023).

Various natural and synthetic substances are used to treat cancer, but their side effects limit clinical trials. Alternative methods like PDT, SDT, and magnet-based photothermotherapy are being explored. PDT uses a photosensitizer activated by light to emit a cytotoxic compound, increasing oxygen toxicity to kill cancer cells. However, new approaches are needed to reduce the harmful effects of existing treatments at higher doses (Zhang et al., 2022).

SDT combines ultrasound and photodynamic therapy, overcoming some PDT challenges. New SDT-derived medicines are approved in clinical trials. Compared to PDT, SDT has no tissue depth limitations and causes less pain, making it more effective. However, its main limitation is activating the

therapeutic agent with visible light and increasing oxygen without sound, requiring further research and funding(S. Liu et al., 2023).

The goal is to answer questions such as: How is the different mechanism of action compared to the PDT technique? Is SDT efficient and better for the quality of life of patients, and can it broaden the clinical application of a photosensitizer on textiles? Also, it has been revealed that sonodynamics can also act(McEwan et al., 2016).

3.4 Ferroptosis and Other Pathways

The medical community is exploring alternative cancer treatments due to the disease's complexity. Ferroptosis, a form of cell death triggered by ROS and lipid peroxidation, has gained attention. Sonodynamic therapy induces excessive ROS, promoting ferroptosis in cancer cells. Combining this with traditional treatments could enhance outcomes, but further research is needed to optimize these therapies for clinical use (Niu et al., 2021; Sui, Xu, & Pang, 2022).

Pyroptosis is a programmed cell death triggered by inflammatory signaling through canonical or non-canonical pathways. In the canonical pathway, inflammatory bodies form in response to receptor activation and caspase-1. ROS from NADPH oxidase promote this process. Recently, ferroptosis, characterized by iron-regulated lipid ROS accumulation and peroxidized lipids, has also been discovered(El Assar, Álvarez-Bustos, Sosa, Angulo, & Rodríguez-Mañas, 2022).

Cell death is crucial in cancer progression, inhibition, and therapy. Unlike apoptosis, it can have regenerative and immune regulatory effects. Tumor cells often accumulate due to

suppressed suicide pathways, and their reactivation in the tumor microenvironment may offer therapeutic potential. Monitoring cell death can help assess cancer drug efficacy, including sonodynamic therapy, which activates apoptosis via ROS accumulation. Recent research has identified multiple cell death pathways, offering new opportunities to improve cancer therapy outcomes(El Assar et al., 2022).

4. Preclinical Studies on Sonodynamic Therapy

Preclinical research on sonodynamic therapy (SDT) has explored its feasibility and safety using various sonosensitizers and models. Initially focused on in vitro studies, recent research includes both in vitro and in vivo models to investigate SDT's molecular mechanisms and therapeutic benefits. Studies often use 2D and 3D cell cultures, with 3D models offering a more realistic simulation of SDT effects on the tumor microenvironment. Animal models are also employed to examine biodistribution and antitumor effects(Aksel, Erdoğan, & Bilgin, 2024).

4.1 2D and 3D Cell Culture Studies

4.1.1. *In vitro* studies (2D and 3D cell culture studies)

Research on sonodynamic therapy (SDT) has primarily focused on cell culture models, especially 2D and 3D cultures. Due to their ease of control, most studies use conventional 2D cultures. These studies typically assess cell viability and apoptosis through assays triggered by sonosensitizers or ultrasound contrast agents, which are activated by ultrasound or moderate hyperthermia(Aksel et al., 2024; Liao et al., 2023).

Few studies focus on cellular pathways like oxidative stress induction, antioxidant modulation, mitochondrial

membrane potential, and DNA integrity. In vitro experiments are crucial for determining the optimal sonosensitizer dosage, considering concentration and development time, and evaluating different forms of cell death(Bunevicius, Pikis, Padilla, Prada, & Sheehan, 2022).

The effective dosage established in in vitro studies sets dosing intervals for animal studies. These experiments validate hypotheses from cell-free and in situ assessments, paving the way for in vivo models. They also investigate sonosensitizer characteristics, therapeutic concentrations, and uptake times, which are key to understanding treatment efficacy. Ultimately, this research validates apoptotic processes in various models, contributing to the field's knowledge(Y. Yang et al., 2023).

4.1.2 SDT Applications in Animal Models

SDT's practical application in living organisms, including preclinical pharmacodynamics and pharmacokinetics, is crucial for developing efficient therapies. Mice, rats, and rabbits are commonly used in these studies, which are essential but costly, time-consuming, and resource-intensive. Despite their challenges, animal models closely mimic human disease, allowing evaluation of toxicity, efficacy, and PS biodistribution, leading to safer and more effective therapeutic plans(Ponce Ayala ET, Alves Dias de Sousa F, Vollet-Filho JD, Rodrigues Garcia M, de Boni L, Salvador Bagnato V, 2021).

In vivo SDT studies use experimental designs that consider two key factors: the time elapsed after exposure (15 to 24 hours post-ablation) and post-ablation imaging for longitudinal analysis. SDT also relies on oncological imaging methods like PET, MRI, CECT, and limPWS, tailored to tumor characteristics for diagnostic evaluation(Pan et al., 2020; Park et

al., 2023). Animal tumor response in SDT studies should be assessed by obstructive tissue volume, similar to human translation of siRNA-loaded MB-mediated PDT. Multiple X-ray doses can be used to induce sufficient tumor responses in these experiments(Z. Wang et al., 2022). In vivo animal experiments are essential to confirm if in vitro results match tumor response, as they provide superior imaging and monitoring for evaluating human healthcare processes and safety. While no specific guidelines exist for the number of animals or techniques used, in vivo data on ultrasound in SDT are available for other diseases. Animal studies may utilize multimodal imaging (e.g., PET, MRI, CECT) for therapy localization and response. These studies are more efficient than clinical trials and help advance the potential translation of SDT therapy(Józefczak, Kaczmarek, & Bielas, 2021; Pan et al., 2020; Z. Wang et al., 2022).

4.1.3 Combination Therapies

SDT, when combined with chemotherapy, radiotherapy, immunotherapy, or photodynamic therapy, can enhance tumor elimination and reduce side effects. Combining SDT with chemotherapy, especially doxorubicin, boosts cytotoxicity, reduces chemoresistance, and increases drug uptake through ultrasound-mediated cavitation. This leads to higher ROS generation and apoptosis in cancer cells, improving tumor suppression compared to single therapies (Lopez et al., 2021).

Radiotherapy (RT) is a key cancer treatment but is limited by radiation resistance and damage to normal tissues. SDT can enhance RT by increasing oxidative stress and sensitizing hypoxic tumor cells. Combining SDT with low-dose RT significantly reduces tumor volume in glioma models, improving outcomes by complementing RT-induced DNA damage and

increasing tumor cell sensitivity(Debela et al., 2021; Jia, Guo, & Wu, 2022).

SDT can act as an immune adjuvant by inducing immunogenic cell death (ICD), releasing tumor antigens, and boosting anti-tumor immunity. When combined with immune checkpoint inhibitors (e.g., anti-PD-1 antibodies), it enhances tumor-specific T cell responses and reduces tumor burden in melanoma models. SDT-induced ROS promotes ICD, activating dendritic cells and priming T cell-mediated immunity (H. Yang, Jing, Han, Tan, & Cheng, 2021).

SDT and PDT both rely on ROS generation but differ in energy sources. Combining them can overcome limitations in tissue penetration and ROS production. A dual-treatment using pheophorbide-a as both sonosensitizer and photosensitizer enhanced ROS production and tumor cell death in a 3D prostate cancer model (Aksel et al., 2024).

4.2 Clinical Research and Applications

Preclinical studies offer valuable insight into SDT's potential, but clinical trials are essential for confirming its clinical impact. Clinical trials are classified into early and advanced phases. Early phase trials (5-40 participants) assess safe dose ranges, adverse effects, efficacy, and safety, focusing on tolerability and pharmacokinetics. Phase II trials measure efficacy more accurately, while advanced phase trials evaluate the performance of the best therapeutic approaches alongside chemotherapy and radiotherapy(Wan et al., 2016; H. Yang et al., 2021).

Sonodynamic therapy (SDT) is a minimally invasive liver cancer treatment that uses low-intensity ultrasound to activate

sonosensitizers targeting cancer cells. While promising as an alternative to standard treatments, SDT risks harming healthy liver cells. Research on its effectiveness in liver tumors is limited, with recent studies exploring its combination with immunotherapy and assessing safety with sorafenib. SDT aims to minimize damage to surrounding tissues, but challenges in optimization and technical issues highlight the need for collaborative research to improve drug delivery and confirm safety and efficacy(Son et al., 2020).

Sonodynamic therapy uses ultrasound-sensitive sonosensitizers to target tumor cells, converting ultrasound energy into reactive oxygen species for improved treatment efficacy. Early breast cancer studies show its potential as an alternative treatment, overcoming drug resistance and complementing traditional therapies. Research focuses on developing personalized strategies based on genetic profiles to enhance outcomes while protecting healthy tissues. Identifying effective sonosensitizers and biomarkers is key. Combining sonosensitizers may improve results, highlighting the need for clinical trials to validate safety and effectiveness. Future advancements could improve targeting and interactions with hormonal therapies, revolutionizing breast cancer care and promoting personalized research(Xianwen Wang et al., 2020).

Sonodynamic therapy (SDT) is a promising cancer treatment that uses ultrasound to activate sonosensitizers in tumors, generating reactive oxygen species (ROS) to kill cancer cells and enhance immune response. Due to limited ultrasound penetration, SDT targets visible tumors, improving local control and minimizing systemic side effects. This special issue features eight reviews on SDT's applications in various cancers, including brain, prostate, liver, pancreatic, colorectal, and skin, highlighting potential and unique challenges for each. The first

review focuses on brain cancer, addressing issues with the blood-brain barrier and tumor variability affecting ultrasound effectiveness(Obrador et al., 2024; Yamaguchi et al., 2021). Subsequent reviews explore SDT's roles in various cancers, highlighting common challenges and unmet needs. One review suggests combining SDT with radiotherapy for improved outcomes, emphasizing treatment timing and preclinical evaluations. Each cancer type has unique challenges, such as the blood-brain barrier in brain cancer and biofilms in prostate cancer. Microcalcifications in some cancers offer new SDT opportunities. By focusing on localized treatments, systemic toxicity is reduced. Research suggests tailored dosimetric strategies for the prostate, with pulsed light techniques effectively targeting tumors while protecting surrounding tissues(Obrador et al., 2024; Qu et al., 2020).

5. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SONODYNAMIC THERAPY

5.1 Advantages

Sonodynamic therapy (SDT) suppresses tumors by combining ultrasound (US) with sonosensitizers, offering a non-invasive, patient-friendly approach. Ultrasound minimizes harm to healthy tissues, while sonosensitizers generate reactive oxygen species (ROS) to target cancer cells. These sensitizers accumulate near tumors, enhancing treatment efficacy. SDT presents a promising alternative for drug-resistant cancers, with potential benefits from combining it with therapies like radiotherapy or chemotherapy. A personalized approach to selecting sonosensitizers, US, and dosage could further improve outcomes, and recognized US frequencies may aid in SDT's clinical adoption(X. Liu, Wang, Wu, Wu, & Song, 2024).

Non-invasive procedures offer benefits over surgery, including shorter recovery, reduced infection risk, less scarring, and minimal pain. Sonodynamic therapy, combined with ultrasound-activatable nanosystems, is emerging for cancer treatment. Advancing technologies could enhance patient satisfaction and compliance, leading to better outcomes(Zheng, Ye, Li, Chen, & Gao, 2021).

SDT's non-invasive nature makes it an attractive option for localized tumors, avoiding surgery. Low-intensity ultrasound promotes drug absorption, while targeted nano-sensitization accumulates sonosensitizers in tumor environments, enhancing antigen presentation and T-cell activation to inhibit metastasis, leading to tumor growth inhibition and improved survival rates(Zhenyu Zhao, Saiding, Cai, Cai, & Cui, 2023).

SDT targets tumors specifically, minimizing healthy tissue damage and allowing for real-time observation. Unlike chemotherapy or radiotherapy, SDT selectively affects tumor cells, offering potential for personalized treatment. Combining SDT with therapies like chemotherapy and radiotherapy enhances ROS production and treatment outcomes, even in chemotherapy-resistant cases. This approach improves drug access and minimizes tissue damage, reinforcing personalized medicine and providing a promising strategy for challenging cancers(Yamaguchi et al., 2021).

5.2 Disadvantages of Sonodynamic Therapy

Sonodynamic therapy (SDT) has limitations, including limited ultrasound penetration into target tissues, affected by attenuation, refraction, and scattering. Ultrasound absorption in organs with low acoustic impedance complicates tissue targeting. SDT can cause side effects like minor inflammation and

incomplete tumor ablation. High drug doses may lead to adverse effects, requiring careful patient selection to avoid excessive tissue damage. Additionally, aggressive post-ablation treatment may increase the risk of cancer cell recovery and patient mortality(Xianwen Wang et al., 2020).

Ultrasound's limited penetration affects SDT depth, influenced by frequency, tissue structure, and tumor vascularization. Deeper cancers need contrast agents for effective treatment. Dose-dependent sonosensitizer use is crucial, as side effects like pain and inflammation may occur. Differentiating side effect severity is vital due to varying patient responses(Ouyang et al., 2020).

PDT's transient side effects suit outpatient use, unlike chemotherapy's long-term toxicity. However, HIFU-SASDT may cause additional pain, requiring monitoring for side effects. SDT's cost and reliance on specialized equipment limit accessibility, especially in regions lacking basic radiotherapy. Proper training, maintenance, and protocol adherence are vital to avoid harming healthy cells(Araújo Martins, Zeferino Pavan, & Fonseca Vianna Lopez, 2021).

6. The future of sonodynamic therapy

Sonodynamic Therapy (SDT) enhances cancer treatment by targeting tumors with focused ultrasound energy, inspiring Sonosensitive Tumor Therapy (STT). Its success has sparked interest in applications for drug, gene, and antibody therapies(X. H. Liu, Li, Wang, & Dai, 2015).

Recent studies emphasize SDT's potential in disease diagnosis and cancer treatment using microbubbles. Effective agents include hematoporphyrin monomethyl ether for breast

cancer, viral nanoparticles for liver cancer, and microbubbles for cervical cancer. (Xiaobing Wang, Jia, Wang, Liu, & Zheng, 2017).

Extensive SDT research and energy-intensive experimental treatments have shown its effectiveness in transitioning from in vitro to in vivo analysis. In clinical applications, SDT advances diagnostic contrast techniques, enhancing tumor detection and improving cancer care outcomes (X. H. Liu et al., 2015; Sofuni & Itoi, 2022).

7. CONCLUSION

In conclusion, while SDT shows promise, challenges like optimizing parameters and understanding mechanisms limit its potential. Collaboration and further research are needed to refine methods, improve dosing, and expand clinical applications

REFERENCES

Aksel, M., Bozkurt-Girit, O., & Bilgin, M. D. (2020). Pheophorbide a-mediated sonodynamic, photodynamic and sonophotodynamic therapies against prostate cancer. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 31, 101909. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101909

Aksel, M., Erdoğan, Ö., & Bilgin, M. (2024). The Investigation of Efficiency of Pheophorbide-A Mediated Sonodynamic Therapy on Prostate Cancer 3D Cell Culture Model. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 10(1), 47–56. Retrieved from https://doi.org/10.29132/ijpas.1393943

Aksel, M., Kesmez, Ö., Yavaş, A., & Bilgin, M. D. (2021). Titaniumdioxide mediated sonophotodynamic therapy against prostate cancer. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 225. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2021.112333

Araújo Martins, Y., Zeferino Pavan, T., & Fonseca Vianna Lopez, R. (2021). Sonodynamic therapy: Ultrasound parameters and in vitro experimental configurations. *International Journal of Pharmaceutics*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.121243

Bunevicius, A., Pikis, S., Padilla, F., Prada, F., & Sheehan, J. (2022). Sonodynamic therapy for gliomas. *Journal of Neuro-Oncology*. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s11060-021-03807-6

Canaparo, R., Foglietta, F., Barbero, N., & Serpe, L. (2022). The promising interplay between sonodynamic therapy and nanomedicine. *Advanced Drug Delivery Reviews*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.addr.2022.114495

Chen, F., Xue, Q., He, N., Zhang, X., Li, S., & Zhao, C. (2023). The association and application of sonodynamic therapy and autophagy in diseases. *Life Sciences*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.lfs.2023.122215

Chen, P., Zhang, P., Shah, N. H., Cui, Y., & Wang, Y. (2023). A Comprehensive Review of Inorganic Sonosensitizers for Sonodynamic Therapy. *International Journal of Molecular Sciences*. Retrieved from https://doi.org/10.3390/ijms241512001

Choi, V., Rajora, M. A., & Zheng, G. (2020). Activating Drugs with Sound: Mechanisms behind Sonodynamic Therapy and the Role of Nanomedicine. *Bioconjugate Chemistry*. Retrieved from https://doi.org/10.1021/acs.bioconjchem.0c00029

Debela, D. T., Muzazu, S. G. Y., Heraro, K. D., Ndalama, M. T., Mesele, B. W., Haile, D. C., … Manyazewal, T. (2021). New approaches and procedures for cancer treatment: Current perspectives. *SAGE Open Medicine*. Retrieved from https://doi.org/10.1177/20503121211034366

El Assar, M., Álvarez-Bustos, A., Sosa, P., Angulo, J., & Rodríguez-Mañas, L. (2022). Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. *International Journal of Molecular Sciences*. Retrieved from https://doi.org/10.3390/ijms23158713

Gong, Z., & Dai, Z. (2021). Design and Challenges of Sonodynamic Therapy System for Cancer Theranostics: From Equipment to Sensitizers. *Advanced Science*. Retrieved from https://doi.org/10.1002/advs.202002178

Jia, C., Guo, Y., & Wu, F. G. (2022). Chemodynamic Therapy via Fenton and Fenton-Like Nanomaterials: Strategies and Recent Advances. *Small*. Retrieved from https://doi.org/10.1002/smll.202103868

Józefczak, A., Kaczmarek, K., & Bielas, R. (2021). Magnetic mediators for ultrasound theranostics. *Theranostics*. Retrieved from https://doi.org/10.7150/thno.62218

Lafond, M., Yoshizawa, S., & Umemura, S. ichiro. (2019). Sonodynamic Therapy: Advances and Challenges in Clinical Translation. *Journal of Ultrasound in Medicine*. Retrieved from https://doi.org/10.1002/jum.14733

Li, L., Lin, H., Li, D., Zeng, Y., & Liu, G. (2021). Ultrasound activated nanosensitizers for sonodynamic therapy and theranostics. *Biomedical Materials (Bristol)*. Retrieved from https://doi.org/10.1088/1748-605X/abd382

Liao, M., Chen, F., Chen, L., Wu, Z., Huang, J., Pang, H., … Lu, Q. (2023). Synergistic Enzyme-Mimetic Catalysis-Based Non-Thermal Sonocavitation and Sonodynamic Therapy for Efficient Hypoxia Relief and Cancer Ablation. *Small*, 19(42). Retrieved from https://doi.org/10.1002/smll.202302744

Liu, S., Ma, J., Xue, E. Y., Wang, S., Zheng, Y., Ng, D. K. P., … Zheng, N. (2023). Polymeric Phthalocyanine-Based Nanosensitizers for Enhanced Photodynamic and Sonodynamic Therapies. *Advanced Healthcare Materials*, 12(23). Retrieved from https://doi.org/10.1002/adhm.202300481

Liu, X. H., Li, S., Wang, M., & Dai, Z. J. (2015). Current status and future perspectives of sonodynamic therapy and sonosensitiers. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. Retrieved from https://doi.org/10.7314/APJCP.2015.16.11.4489

Liu, X., Wang, J., Wu, Y., Wu, M., & Song, J. (2024). Ultrasound activated probe for disease imaging and therapy In-Vivo. *Advanced Drug Delivery Reviews*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.addr.2023.115158

Lopez, W., Nguyen, N., Cao, J., Eddow, C., Shung, K. K., Lee, N. S., & Chow, M. S. S. (2021). Ultrasound Therapy, Chemotherapy and Their Combination for Prostate Cancer. *Technology in Cancer Research and Treatment*, 20. Retrieved from https://doi.org/10.1177/15330338211011965

McEwan, C., Nesbitt, H., Nicholas, D., Kavanagh, O. N., McKenna, K., Loan, P., … Callan, J. F. (2016). Comparing the efficacy of photodynamic and sonodynamic therapy in non-melanoma and melanoma skin cancer. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.bmc.2016.05.015

Niu, B., Liao, K., Zhou, Y., Wen, T., Quan, G., Pan, X., & Wu, C. (2021). Application of glutathione depletion in cancer therapy: Enhanced ROS-based therapy, ferroptosis, and chemotherapy. *Biomaterials*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2021.121110

Obrador, E., Moreno-Murciano, P., Oriol-Caballo, M., López-Blanch, R., Pineda, B., Gutiérrez-Arroyo, J. L., … Marqués-Torrejón, M. Á. (2024). Glioblastoma Therapy: Past, Present and Future. *International Journal of Molecular Sciences*. Retrieved from https://doi.org/10.3390/ijms25052529

O'Brien, W. D. (2007). Ultrasound-biophysics mechanisms. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2006.07.010

Ouyang, J., Tang, Z., Farokhzad, N., Kong, N., Kim, N. Y., Feng, C., … Tao, W. (2020). Ultrasound mediated therapy: Recent progress and challenges in nanoscience. *Nano Today*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.nantod.2020.100949

Pan, L., Ma, Y., Wu, X., Cai, H., Qin, F., Wu, H., … Jia, Z. (2020). A Brief Introduction to Porphyrin Compounds used in Tumor Imaging and Therapies. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 21(11). Retrieved from https://doi.org/10.2174/1389557520999201209212745

Park, J., Kong, C., Shin, J., Park, J. Y., Na, Y. C., Han, S. H., … Chang, W. S. (2023). Combined Effects of Focused Ultrasound and Photodynamic Treatment for Malignant Brain Tumors Using C6 Glioma Rat Model. *Yonsei Medical Journal*, 64(4). Retrieved from https://doi.org/10.3349/ymj.2022.0422

Ponce Ayala ET, Alves Dias de Sousa F, Vollet-Filho JD, Rodrigues Garcia M, de Boni L, Salvador Bagnato V, P. S. (2021). Photodynamic and Sonodynamic Therapy with Protoporphyrin IX: In Vitro and In Vivo Studies. *Ultrasound Med Biol.*, 47(4), 1032–1044.

Qu, F., Wang, P., Zhang, K., Shi, Y., Li, Y., Li, C., … Wang, X. (2020). Manipulation of Mitophagy by "All-in-One" nanosensitizer augments sonodynamic glioma therapy. *Autophagy*, 16(8). Retrieved from https://doi.org/10.1080/15548627.2019.1687210

Sofuni, A., & Itoi, T. (2022). Current status and future perspective of sonodynamic therapy for cancer. *Journal of Medical Ultrasonics*. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s10396-022-01263-x

Son, S., Kim, J. H., Wang, X., Zhang, C., Yoon, S. A., Shin, J., … Kim, J. S. (2020). Multifunctional sonosensitizers in sonodynamic cancer therapy. *Chemical Society Reviews*. Retrieved from https://doi.org/10.1039/c9cs00648f

Song, D., Li, Z., Zhao, J., Zhang, N., Yue, W., & Li, J. (2014). Study of the mechanism of sonodynamic therapy in a rat glioma model. *OncoTargets and Therapy*, 7. Retrieved from https://doi.org/10.2147/OTT.S52426

Sui, S., Xu, S., & Pang, D. (2022). Emerging role of ferroptosis in breast cancer: New dawn for overcoming tumor progression. *Pharmacology & Therapeutics*, 232, 107992. Retrieved 3 May 2023 from https://doi.org/10.1016/J.PHARMTHERA.2021.107992

Tian, F., Yao, J., Yan, M., Sun, X., Wang, W., Gao, W., … Tian, Y. (2016). 5-Aminolevulinic Acid-Mediated Sonodynamic Therapy Inhibits RIPK1/RIPK3-Dependent Necroptosis in THP-1-Derived Foam Cells. *Scientific Reports*, 6. Retrieved from https://doi.org/10.1038/srep21992

Um, W., Ko, H., You, D. G., Lim, S., Kwak, G., Shim, M. K., … Park, J. H. (2020a). Cancer Immunotherapy: Necroptosis-Inducible Polymeric Nanobubbles for Enhanced Cancer Sonoimmunotherapy (Adv. Mater. 16/2020). *Advanced Materials*, 32(16). Retrieved from https://doi.org/10.1002/adma.202070121

Um, W., Ko, H., You, D. G., Lim, S., Kwak, G., Shim, M. K., … Park, J. H. (2020b). Necroptosis-Inducible Polymeric Nanobubbles for Enhanced Cancer Sonoimmunotherapy. *Advanced Materials*, 32(16). Retrieved from https://doi.org/10.1002/adma.201907953

Wan, G.-Y., Liu, Y., Chen, B.-W., Liu, Y.-Y., Wang, Y.-S., Zhang, N., … Zhang, N. (2016). Recent advances of sonodynamic therapy in cancer treatment. *Cancer Biology & Medicine*, 13(3), 325–338. Retrieved from https://doi.org/10.20892/j.issn.2095-3941.2016.0068

Wang, T., Peng, W., Du, M., & Chen, Z. (2023). Immunogenic sonodynamic therapy for inducing immunogenic cell death and activating antitumor immunity. *Frontiers in Oncology*. Retrieved from https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1167105

Wang, Xianwen, Zhong, X., Gong, F., Chao, Y., & Cheng, L. (2020). Newly developed strategies for improving sonodynamic therapy. *Materials Horizons*. Retrieved from https://doi.org/10.1039/d0mh00613k

Wang, Xiaobing, Jia, Y., Wang, P., Liu, Q., & Zheng, H. (2017). Current status and future perspectives of sonodynamic therapy in glioma treatment. *Ultrasonics Sonochemistry*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.02.020

Wang, Z., Yu, N., Zhang, J., Ren, Q., Li, M., & Chen, Z. (2022). Nanoscale Hf-hematoporphyrin frameworks for synergetic sonodynamic/radiation therapy of deep-seated tumors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 626. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jcis.2022.06.174

Xiang, H., & Chen, Y. (2019). Energy-Converting Nanomedicine. *Small*. Retrieved from https://doi.org/10.1002/smll.201805339

Xing, X., Zhao, S., Xu, T., Huang, L., Zhang, Y., Lan, M., … Wang, P. (2021). Advances and perspectives in organic sonosensitizers for sonodynamic therapy. *Coordination Chemistry Reviews*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.214087

Xu, M., Zhou, L., Zheng, L., Zhou, Q., Liu, K., Mao, Y., & Song, S. (2021). Sonodynamic therapy-derived multimodal synergistic cancer therapy. *Cancer Letters*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.canlet.2020.10.037

Yamaguchi, T., Kitahara, S., Muragaki, Y., Kusuda, K., Okamoto, J., Horise, Y., & Masamune, K. (2021). Current landscape of sonodynamic therapy for treating cancer. *Cancers*. Retrieved from https://doi.org/10.3390/cancers13246184

Yang, H., Jing, H., Han, X., Tan, H., & Cheng, W. (2021). Synergistic anticancer strategy of sonodynamic therapy combined with pi-103 against hepatocellular carcinoma. *Drug Design, Development and Therapy*, 15. Retrieved from https://doi.org/10.2147/DDDT.S296880

Yang, Y., Huang, J., Liu, M., Qiu, Y., Chen, Q., Zhao, T., … Ai, K. (2023). Emerging Sonodynamic Therapy-Based Nanomedicines for Cancer Immunotherapy. *Advanced Science*. Retrieved from https://doi.org/10.1002/advs.202204365

Zhang, Y., Zhao, Y., Zhang, Y., Liu, Q., Zhang, M., & Tu, K. (2022). The crosstalk between sonodynamic therapy and autophagy in cancer. *Frontiers in Pharmacology*. Retrieved from https://doi.org/10.3389/fphar.2022.961725

Zhao, Zhenyu, Saiding, Q., Cai, Z., Cai, M., & Cui, W. (2023). Ultrasound technology and biomaterials for precise drug therapy. *Materials Today*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.mattod.2022.12.004

Zhao, Zhiyu, Wu, Y., Liang, X., Liu, J., Luo, Y., Zhang, Y., … Luo, F. (2023). Sonodynamic Therapy of NRP2 Monoclonal Antibody-Guided MOFs@COF Targeted Disruption of Mitochondrial and Endoplasmic Reticulum Homeostasis to Induce Autophagy-Dependent Ferroptosis. *Advanced Science*, 10(30). Retrieved from https://doi.org/10.1002/advs.202303872

Zheng, Y., Ye, J., Li, Z., Chen, H., & Gao, Y. (2021). Recent progress in sono-photodynamic cancer therapy: From developed new sensitizers to nanotechnology-based efficacy-enhancing

strategies. *Acta Pharmaceutica Sinica B*. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.apsb.2020.12.016

Zhou, Y., Jiao, J., Yang, R., Wen, B., Wu, Q., Xu, L., … Yan, H. (2023). Temozolomide-based sonodynamic therapy induces immunogenic cell death in glioma. *Clinical Immunology*, 256. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.clim.2023.109772

ÇOCUK SAĞLIĞINDA YAPAY ZEKA DESTEKLI TANI VE TEDAVI YAKLAŞIMLARI

Ahmet BÜTÜN
Elif USUN

1. GİRİŞ

Yapay zeka (YZ), Artificial Intelligence (AI), farklı şekillerde tanımlansa da en basit haliyle, makinelerin insan zihnini taklit etme, bilgisayarların insan benzeri görevleri gerçekleştirme, öğrenme ve problem çözme yeteneği olarak ifade edilebilir (Koca Ünsal & Orhan, 2022). Bilgisayarlar ve tıbbi bilişim alanında hızla gelişen süreçlerle birlikte sağlık alanında teknolojik gelişmelerin önemi, uzun yıllardır tartışılmaktadır. Günümüzde ise yapay zeka, gen düzenleme ve robotik teknolojilerle birlikte Dördüncü Sanayi Devrimi'nin temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Yapay zeka, sağlık alanında yalnızca yardımcı bir araç olmanın ötesinde, modern tıbbın temel yapı taşlarını dönüştürme potansiyeline sahip bir araç niteliği taşımaktadır. Ayrıca, çocuk doktorları, hastalar ve ebeveynler için güçlendirici bir rol oynayan kapsamlı bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır (Demirbaş vd., 2024). Yapay zeka, sağlık alanında önemli bir dönüşüm yaratmaktadır. Çocuk sağlığı da bu

dönüşümden etkilenmekte ve yapay zeka destekli tanı ve tedavi yaklaşımları giderek yaygınlaşmaktadır (Alıcılar & Çöl, 2021).

Yirmi birinci yüzyılda robot teknolojisi ile yapay zekâ çalışmalarının uygulama alanlarında entegre çalışmalar, çocuk sağlığı hizmetlerinde önemli değişimlere yol açmıştır. Bu teknolojiler, çocukların bakım süreçlerini daha güvenli ve verimli hale getirirken, tedavi planlamasından rutin işlerin otomasyonuna kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Klinik karar destek sistemleri, tanı ve tedavi hatalarını azaltırken, yapay zekâ destekli robotlar sağlık çalışanlarına hastanelerde önemli bir destek sunarken ebeveynler içinde çocuklarının tedavi süreçlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır (Merih & Akdoğan, 2021).

Teknolojik çalışmalarının ivme kazanması çocuk sağlığı hizmetlerinde geleneksel yöntemlerin etkinliğini artırırken, modern tıbbi yönetim sistemlerinde önemli dönüşümlere zemin hazırlamaktadır. Yapay zeka tabanlı uygulamalar, çocuk sağlığıyla ilgili klinik karar süreçlerinin daha standart ve hassas bir şekilde ilerlemesini sağlarken, tedavi planlarının iyileştirilmesi ve en uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesi konularında doktorlara ve araştırmacılara önemli katkılar sunmaktadır (Li vd., 2020).

Çocuk sağlığı ve hastalıkları, en fazla araştırma ve geliştirme projesinin yürütüldüğü tıbbi uzmanlık alanlarından biridir. Yapay zeka, bu alandaki hastalıkların tanısında giderek daha önemli bir yer edinmektedir. Örneğin, otizm spektrum bozukluğu gibi durumlarda, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) verileri derin sinir ağları tarafından işlenmekte ve destek vektör makineleri yardımıyla hastanın otizm geliştirme olasılığı yüksek bir doğrulukla tahmin edilebilmektedir. Bunun yanı sıra, yapay zeka diğer nörogelişimsel ve kronik hastalıkların tanı ve

tedavisinde de kullanılmakta olup, çocuk sağlığı alanında önemli bir dönüşüm sağlamaktadır (Galdo vd., 2024).

Çocuk sağlığında yapay zeka destekli tanı ve tedavi yaklaşımları, yalnızca operasyonel verimliliği artırmakla kalmıyor, aynı zamanda çocuk doktorları ile hastalar arasındaki ilişkiyi kuvvetlendirerek, çocuklara sunulan tıbbi hizmetlerin niteliğini yükseltir ve bu ilişkinin ana unsurlarını daha güçlü bir hale getirmektedir (Li vd., 2020).

Yapay zeka destekli tanı ve hastalık seyri, çocuk sağlığı hizmetlerinde yenilikçi ve dönüştürücü bir yaklaşım sunmaktadır. Makine öğrenimi algoritmalarıyla tıbbi geçmiş, laboratuvar sonuçları ve görüntüleme verileri gibi karmaşık verileri analiz eden yapay zeka, çocuk hastalıklarının erken teşhis edilmesini ve hastalık süreçlerinin öngörülmesini sağlayabilmektedir. İnsan gözünün algılayamayacağı desenleri ve ipuçlarını tespit etme kapasitesine sahip bu teknoloji, belirli hastalıkların hızlı ve doğru şekilde tanımlanmasında önemli bir rol oynar. Ayrıca, nadir hastalıkların ilk belirtilerinin belirlenmesi ya da kronik rahatsızlıkların yönetimine katkıda bulunmak amacıyla özelleştirilebilir (Esteva vd., 2017).

Bu çalışma, yapay zeka destekli tanı ve tedavi yöntemlerinin çocuk sağlığı alanındaki kullanımını ve etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Yapay zeka teknolojilerinin çocuk hastalıklarının erken teşhisi, tedavi süreçlerinin planlanması ve yönetiminde etkin olduğu roller ele alınarak, sağlık hizmetlerinin kalitesine nasıl katkı sağladığı üzerinde durulmaktadır. Bunun yanı sıra, yapay zekanın doktor, hasta ve ebeveyn arasındaki etkileşimi güçlendirmeye dikkat çekilirken bu çerçevede, çocuk sağlığı hizmetlerinde yapay zekanın getirdiği yeniliklerin ve gelecekteki uygulama alanlarının araştırılması hedeflenmektedir.

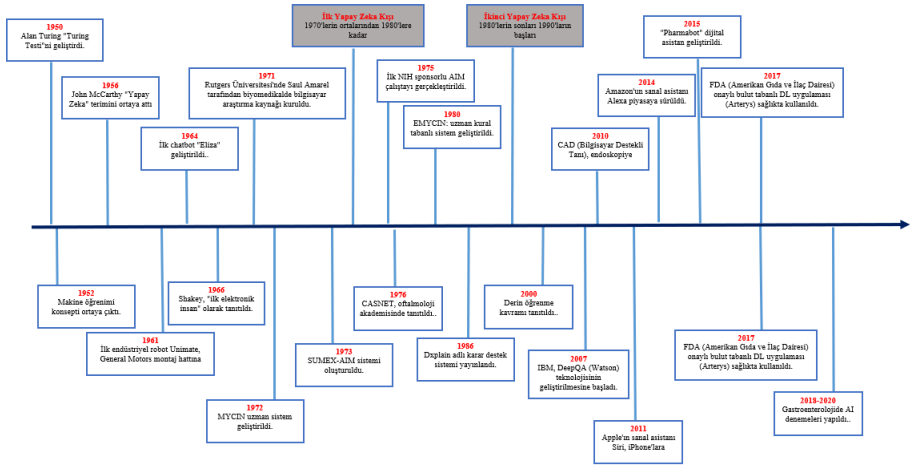
2. YAPAY ZEKA VE ÇOCUK SAĞLIĞI

Çocuk sağlığında yapay zeka, hastalıkların teşhisinde, tedavisinde ve yönetiminde önemli bir dönüşüm sağlamaktadır. Yapay zeka teknolojileri, gelişmiş teşhis doğruluğu, hızlı karar alma süreçleri ve iyileştirilmiş hasta bakım sonuçları sunarak çocuk sağlığı alanında sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmaktadır.

Yapay zeka, bilim insanları ve araştırmacılar için ilgi çeken bir alan olmuştur. YZ'nin tanımları, teknolojik gelişmelerin yanı sıra, araştırmacıların farklı bakış açılarını ve endişelerini de yansıtarak zamanla ileri bir seviyeye doğru aşama katetmiştir (Knake, 2023). Alan Turing'in 1950'de bilgisayarları, eleştirel düşünmeyi taklit etmek amacıyla kullanma önerisi, yapay zekanın temellerinin atılmasına öncülük etmiştir (Kaul vd., 2020). Yapay zekanın klasik tanımını, "zeki makineler ve özellikle akıllı bilgisayar programları geliştirme bilimi ve mühendisliği" olarak ortaya koyan kişi, John McCarthy'dir (John vd, 2006). 1960'larda, yapay zekanın tanımı, daha çok davranış odaklı bir yaklaşıma yöneldi. Allen Newell ve Herbert Simon, yapay zekayı "makinelerin, insanlar tarafından akıllı olarak kabul edilecek şekilde davranmasını sağlamayı hedefleyen bir süreç" olarak tanımladılar (Newell & Simon, 1976). 1980'lerde, yapay zeka tanımı, bilişsel yaklaşım ve genel yapay zeka (GAI) kavramını kapsayacak şekilde genişletildi. GAI, insanın entelektüel görevlerini yerine getirebilen yapay sistemleri tanımlar. Bu tanım, sorunları insan benzeri bir şekilde anlayabilen, öğrenebilen ve çözüm üretebilen sistemlerin geliştirilmesini kapsar (Nils, 1998).

1970'lerde yapay zekanın tıp alanındaki ilk uygulamaları geliştirilmeye başlandı ve uzman teşhis sistemleri ön plana çıkmaya başladı. 1980'ler ve 1990'lar boyunca yapay sinir

ağlarının gelişmesi, yapay zekanın karmaşık tanı sorunlarını çözme becerisini artırdı. Derin sinir ağlarının kullanımı, tıbbi verilerdeki karmaşık desenleri tanıma yeteneğini gözler önüne serdi. Teknolojik ilerlemeler ve artan tıbbi veri hacmi, yapay zekanın veri analizi ve makine öğrenme yöntemleriyle evrimleşmesini mümkün kıldı (Rumelhart vd., 1986; Van Melle vd., 1975). Tıpta yapay zekanın gelişimi ile ilgili süreç Şekil 1'de detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Tıpta yapay zekanın gelişimi ve kullanımına ilişkin zaman çizelgesi (Kaul vd., 2020).

3. ÇOCUKLARDA TANI SÜREÇLERİNDE YAPAY ZEKA

Çocuk sağlığı ve hastalıkları alanında gerçek zamanlı hasta izleme, etkili ve güvenli bakım sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Yapay zeka desteğiyle, çocukların kalp hızı, kan

basıncı ve kan oksijen seviyeleri gibi hayati belirtileri kesintisiz ve doğru bir şekilde izlenerek tanı süreçleri daha hızlı ve hassas hale getirilebilmektedir (Rajkomar vd., 2018). Yapay zeka, sağlık verilerinin hızlı analizi, tahmin yapabilme, öğrenme ve kendi kendini düzeltebilme gibi özellikleriyle çocuk sağlığında birçok alanda kullanılmaktadır (Ülker & Çamli, 2023; Alıcılar & Çöl, 2021). Örneğin, yapay zeka tabanlı sistemler çocuklarda hastalık teşhisi, tedavi planlaması, ilaç dozajı ayarlaması, sağlık risklerinin belirlenmesi gibi görevlerde kullanılabilmektedir (Alıcılar & Çöl, 2021).

Yapay zeka teknolojileri, yoğun bakım ünitelerinde çocukların sağlık durumlarındaki ani değişiklikleri veya kötüleşmeleri erken aşamada fark edebilir. Bu sayede, olası ciddi komplikasyonlar oluşmadan önce tıbbi ekibi hızlı müdahale konusunda bilgilendirerek hasta güvenliğini artırabilir (Chen vd., 2023). Ayrıca, yapay zeka tabanlı sistemler, kızılötesi spektroskopi ve benzeri teknolojilerden yararlanarak, çocuklarda glikoz seviyelerini invaziv yöntemlere gerek kalmadan izleme imkânı sunar. Bu yenilikçi yaklaşım, özellikle kronik hastalıkların takibinde hem hasta konforunu artırabilir hem de daha hassas ve sürekli bir veri akışı sağlayarak tedavi süreçlerini optimize edebilmektedir (Pop, 2023).

Bunun yanı sıra, yapay zeka, elektroensefalografik (EEG) verilerini analiz ederek çocuklarda epilepsi teşhisini ve takibini daha hassas hale getirebilir. Bu teknolojiler, anormal sinirsel aktiviteleri tespit ederek epileptik nöbetlerin erken uyarısını sağlayabilir ve böylece klinik karar alma süreçlerini destekleyebilmektedir (Acharya vd., 2018).

Yapay zeka, tıbbi görüntülerin, özellikle göğüs röntgenleri ve ultrasonların, analizi sırasında hem hız hem de doğruluk sağlayarak pediatrik hastaların durumlarının etkili bir

şekilde değerlendirilmesine katkıda bulunabilir. Bu sistemler, karmaşık anormallikleri tespit etmek için yüksek hassasiyetle çalışabilir ve gerçek zamanlı tanı koyma süreçlerini destekleyerek hekimlerin iş yükünü hafifletebilmektedir (McKinney vd., 2020).

Yapay zeka destekli sistemler, gelişimsel bozuklukları olan çocukların davranışlarını gerçek zamanlı olarak izleyip analiz ederek erken müdahale ve bireyselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulmasına olanak tanır. Bu teknoloji, özellikle otizm gibi durumlarda, sosyal etkileşim ve iletişim kalıplarını değerlendirmede önemli bir araç haline gelebilmektedir (Courchesne vd., 2019).

Ayrıca, solunum parametrelerinin yapay zeka tabanlı analizi, solunum yolu hastalıklarının erken teşhisini desteklerken, hastanın durumu hakkında sağlık ekibine değerli bilgiler sunabilir. Bunun yanı sıra, yapay zeka algoritmaları yüz ifadelerini ve fizyolojik verileri inceleyerek çocuklarda ağrıyı değerlendirebilir, böylece uygun ağrı yönetim stratejilerinin hızlı bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunabilmektedir (Quinn vd., 2018).

4. TEDAVİ YAKLAŞIMLARINDA YAPAY ZEKA

Yapay zekanın sağlık sistemlerine entegrasyonu, çocuk sağlığı bakım süreçlerini daha verimli hale getirerek sağlık profesyonellerine daha bütüncül bir bakış açısı sunabilmektedir. Elektronik sağlık kayıtları ile tıbbi cihazlar arasında kurulan bağlantılar, veri akışının optimize edilmesini sağlayarak tedavi yaklaşımlarında klinik karar süreçlerini hızlandırabilmekte ve hasta güvenliğini arttırabilmektedir (Obermeyer & Emanuel, 2016).

Yapay zeka, semptomları analiz etme, tedavi seçenekleri hakkında bilgi sağlama ve ebeveynlere ilaçların doğru kullanımını öğretme konusunda önemli bir etkinliğe sahiptir. Ayrıca, tıbbi hizmetlere fiziksel erişimin sınırlı olduğu durumlarda, yapay zeka, tele medikal hizmetler ve uzaktan tıbbi danışmanlık sunarak hastaların ihtiyaç duyduğu bakımın ulaşılabilir olmasına katkıda bulunabilmektedir (Nemati vd., 2018; Singh vd., 2023; Topol, 2019)

5. YAPAY ZEKA DESTEKLİ ÇOCUK SAĞLIĞI İZLEME SİSTEMLERİ

Sağlık sektöründe dijitalleşmenin artmasıyla, yapay zeka teknolojileri çocuk sağlığını ve gelişimini izlemek için yenilikçi ve erişilebilir çözümler sunabilir (Reinhart vd., 2024). Yapay zeka tabanlı teknolojiler, çocuk sağlığının izlenmesi ve geliştirilmesinde çeşitli yenilikçi uygulamalar sunmaktadır. Bu teknolojiler özellikle sağlık hizmetlerinde kritik bulguların ve olası hataların tespitinden, hastaların yeniden yatış riskini ve randevuya gelmeme olasılıklarını tahmin etmeye kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, genetik sendromların temassız yöntemlerle öngörülmesi, yetersiz beslenmenin otomatik olarak belirlenmesi ve klinik belgelerin oluşturulması gibi alanlarda da etkili çözümler sağlamaktadır.

6. YAPAY ZEKA TABANLI ROBOTİK TEKNOLOJİLER VE ÇOCUK SAĞLIĞI

Yapay zeka, sohbet robotları ve sanal asistanlar aracılığıyla hastaların ve ebeveynlerin sorularını yanıtlayabilir, tedavi seçenekleri hakkında bilgi verebilir ve ilaçların doğru uygulanması konusunda rehberlik edebilir. Ayrıca, yapay zeka pediatrik hastaların hayati parametrelerini ve fizyolojik belirtilerini izleyerek hızlı müdahaleyi kolaylaştırabilir ve

komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabilir. Uzaktan danışmanlık süreçlerinde ise, etkili doktor-hasta iletişimini destekleyerek sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir (Coravos vd., 2019).

7. YAPAY ZEKANIN ÇOCUK SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Yapay zeka, çocuklarda çalışma, oynama ve iletişim kurma biçimini hızla değiştirmektedir. Yapay zeka, insan beynini model alarak tasarlanmış bir teknoloji olup, gerçekleri, açıklamaları, yorumları ve görüntüleri bir araya getirip anlamlandırma yeteneğine sahiptir. Ancak, insan beyninden farklı olarak, yapay zeka, aldığı verileri hızlı bir şekilde sınıflandırabilir ve ihtiyaç duyulan bilgilere anında erişim sağlayabilir. Bu özellik, özellikle çocuk sağlığı alanında, karmaşık verilerin analizini kolaylaştırarak tanı ve tedavi süreçlerini destekleyebilir (Tiffany, 2024). Ayrıca, yapay zeka, çocuk sağlığı için ilaç dozajlarını sadece vücut ağırlığı değil, bireysel sağlık verileri doğrultusunda optimize ederek tedavi süreçlerini daha güvenli ve etkili kılmaktadır. Bunun yanı sıra ruh sağlığı alanında yapay zeka, gençlerin ve çocukların ihtiyaçlarına uygun destek sağlamada önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Auto vd., 2021; Chirico vd., 2016).

8. YAPAY ZEKA İLE TIBBİ EĞİTİM

Yapay zeka, öğrencilerin ve asistanların pediatrik hastalıklar ile tanı ve tedavi stratejilerini öğrenmelerine yardımcı olacak etkileşimli modüller ve simülasyonlar geliştirebilir. Tıbbi simülasyonlar, çocuk doktorlarının eğitim süreçlerinde güvenli ve gerçekçi bir öğrenme ortamı sunar. Ayrıca, yapay zeka, klinik becerilerin geliştirilmesinde karmaşık ve kişiselleştirilmiş

senaryolar sunarak, öğrencilerin daha derinlemesine öğrenmelerine olanak tanır (Coravos vd., 2019; Singh vd., 2023).

Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, çocuk doktorları ve hemşireleri için etkileşimli ve sürükleyici öğrenme deneyimleri sunarak sanal simülasyonlar, üç boyutlu anatomi görselleştirmeleri ve sanal klinik uygulamalara olanak sağlar. Yapay zeka, tıbbi bilginin otomatik ve nesnel bir şekilde değerlendirilmesi için sistemlerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, kişiselleştirilmiş öğrenme, pediatrik eğitim sürecini optimize etmek için temel bir unsurdur. Yapay zeka, çocuk doktorlarının bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre eğitim materyallerini ve stratejilerini uyarlamak için kullanılabilmektedir (Coravos vd., 2019).

Doktor-hasta etkileşimlerinin simülasyonu, çocuk sağlığı alanında tıpta iletişim ve ilişki becerilerinin eğitiminde kritik bir rol oynar. Yapay zeka, gerçekçi ve etkileşimli simülasyon senaryoları oluşturarak, çocuk doktorlarının iletişim becerilerini ve sosyal-duygusal yeterliliklerini uygulamalı bir şekilde geliştirmelerine olanak tanır. Bu tür simülasyonlar, klinik deneyim kazanmadan önce öğrencilerin bu becerileri güvenli bir ortamda pekiştirmelerini sağlar (Anthony, 2023).

9. SONUÇ

Çocuk sağlığında yapay zeka, zeki insan davranışlarını simüle edebilen teknolojileri bir araya getirerek tanı ve tedavi süreçlerini hızlandırma, doğruluk ve etkinliği artırma potansiyeline sahiptir. Teşhis koyma gibi karmaşık bilişsel görevlerde yapay zeka sistemlerinin başarısı çocuk sağlığı alanında tanı ve tedavi süreçlerini hızlı, doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirme potansiyeliyle de öne çıkmaktadır (Newman-Toker & Sharfstein, 2024).

Yapay zeka, çocuk sağlığı hizmetlerinde dönüşüm yaratma potansiyeline sahiptir. Yapay zekada kullanılmakta olan teknolojiler, çocukların sağlık verilerini toplama ve analiz etme yetenekleriyle hekimlere değerli içgörüler sunarken, aynı zamanda bireyselleştirilmiş tanı ve tedavi protokollerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Çocuk sağlığı alanındaki hekimler, yapay zeka destekli uygulamaları kullanarak özel dikkat gerektiren çocuk hastaları daha iyi tespit edebilir, görüşmelerden elde edilen bilgileri analiz edebilir ve bu verileri doğrudan elektronik sağlık kayıt sistemlerine entegre edebilmektedir. Bu uygulamalar ile çocuk sağlığı alanında yapay zeka hem sağlık profesyonellerinin iş yükünü azaltarak daha verimli çalışmalarını sağlar hem de çocukların tıbbi ihtiyaçlarına yönelik etkili ve kişiselleştirilmiş çözümler sunma imkânı tanımaktadır (Amisha vd., 2019).

Çocuk sağlığı alanında yapay zekanın günlük klinik uygulamalara entegrasyonunu sağlamak için uygun maliyetli yapay zeka modelleri ve çözümleri geliştirilmesi gerekmektedir. Hekimler, bu teknolojiyi "insana karşı makine" olarak değil, çocukların sağlık sonuçlarını iyileştirmeye yönelik bir iş birliği olarak görmelidir. Yapay zeka, çocuk hastaların ihtiyaçlarına daha etkili yanıt verilmesini sağlayarak sağlık hizmetlerinde hekimlere değerli bir destek sunabilir (Kaul vd., 2020).

Yukarıda yer alan tüm veriler doğrultusunda yapay zeka, çocuk sağlığı alanında tanı ve tedavi süreçlerini yeniden şekillendirerek sağlık hizmetlerinin kalitesini artıran yenilikçi uygulamalar sunmaktadır. Karmaşık tıbbi verilerin hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesi sayesinde erken teşhis imkanları genişlemiş ve bireyselleştirilmiş tedavi planlarının geliştirilmesi kolaylaşmıştır. Özellikle kronik ve nörogelişimsel hastalıkların yönetiminde önemli katkılar sunan yapay zeka, çocukların yaşam standartlarının yükseltilmesinde etkili bir rol oynamaktadır.

Bununla birlikte, sağlık profesyonelleri, hasta ve ebeveyn arasındaki iletişimi güçlendiren bu teknoloji, sağlık hizmetlerine erişim süreçlerini kolaylaştırarak daha kapsayıcı bir yapıya olanak tanımaktadır. Çocuk sağlığı hizmetlerinde yapay zekanın sağladığı katkılar, yalnızca operasyonel verimliliği artırmakla sınırlı kalmayıp, bakım süreçlerinin güvenli ve etkin bir şekilde yürütülmesine de olanak tanımaktadır. Bu nedenle, yapay zeka destekli yeniliklerin yaygınlaşması, modern çocuk sağlığı uygulamalarında sürdürülebilir bir iyileşme sağlamada kilit bir role sahiptir.

Bununla birlikte, yapay zeka teknolojilerinin sağlık alanında kullanımı bazı etik sorunları da beraberinde getirmektedir. Veri gizliliği, şeffaflık, hesap verebilirlik, ayrımcılık gibi konular yapay zeka uygulamalarında dikkatle ele alınması gereken hususlardır (Tekbey & Alaybeyoğlu, 2023; Filiz vd., 2022). Sağlık profesyonellerinin yapay zeka okuryazarlığının geliştirilmesi ve yapay zeka sistemlerinin etik ilkeler çerçevesinde tasarlanması önem arz etmektedir (Şalvarlı & Kayışkan, 2022; Karaca et al., 2020).

Sonuç olarak, çocuk sağlığında YZ destekli tanı ve tedavi yaklaşımları umut verici olmakla birlikte, bu uygulamaların etik ve güvenli bir şekilde geliştirilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Sağlık ekosistemindeki tüm paydaşların YZ teknolojilerinin potansiyel faydaları ve riskleri konusunda farkındalığının artırılması önemlidir (Alıcılar & Çöl, 2021; Filiz et al., 2022).

KAYNAKÇA

Acharya, U. R., Oh, S. L., Hagiwara, Y., Tan, J. H., & Adeli, H. (2018). Deep convolutional neural network for the automated detection and diagnosis of seizure using EEG signals.*Computers in Biology and Medicine*, *100*, 270–278. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.09.017

Alıcılar, H. E. and Çöl, M. (2021). Usage of artificial intelligence in public health. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 47(1), 151-158. https://doi.org/10.32708/uutfd.891274

Amisha, Malik, P., Pathania, M., & Rathaur, V. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, *8*(7), 2328. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19

Anthony, C. (2023, July 25). CHOC's chief intelligence and innovation officer explains AI's impact on pediatric healthcare. Health.Choc.Org. health.choc.org

Auto, B. de S. D., Vasconcelos, M. V. L. de, & Peixoto, A. L. V. de A. (2021). Clinical skills assessment and feedback in pediatric residency. *Revista Brasileira de Educação Médica*, *45*(2). https://doi.org/10.1590/1981-5271v45.2-20190340.ing

Chen, S.-L., Chin, S.-C., Chan, K.-C., & Ho, C.-Y. (2023). A Machine Learning Approach to Assess Patients with Deep Neck Infection Progression to Descending Mediastinitis: Preliminary Results. *Diagnostics*, *13*(17), 2736. https://doi.org/10.3390/diagnostics13172736

Chirico, A., Lucidi, F., De Laurentiis, M., Milanese, C., Napoli, A., & Giordano, A. (2016). Virtual Reality in Health System:

Beyond Entertainment. A Mini-Review on the Efficacy of VR During Cancer Treatment. *Journal of Cellular Physiology*, *231*(2), 275–287. https://doi.org/10.1002/jcp.25117

Coravos, A., Khozin, S., & Mandl, K. D. (2019). Developing and adopting safe and effective digital biomarkers to improve patient outcomes. *Npj Digital Medicine*, *2*(1), 14. https://doi.org/10.1038/s41746-019-0090-4

Courchesne, E., Pramparo, T., Gazestani, V. H., Lombardo, M. V., Pierce, K., & Lewis, N. E. (2019). The ASD Living Biology: from cell proliferation to clinical phenotype. *Molecular Psychiatry*, *24*(1), 88–107. https://doi.org/10.1038/s41380-018-0056-y

Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, *542*(7639), 115–118. https://doi.org/10.1038/nature21056

Filiz, E., Güzel, Ş., & ŞENGÜL, A. (2022). Sağlık profesyonellerinin yapay zeka kaygı durumlarının incelenmesi. International Journal of Academic Value Studies (Javstudies JAVS), 8(8), 47-55. https://doi.org/10.29228/javs.57808

Galdo, B., Pazos, C., Pardo, J., Solar, A., Llamas, D., Fernández-Blanco, E., & Pazos, A. (2024). Artificial intelligence in paediatrics: Current events and challenges. *Anales de Pediatría (English Edition)*, *100*(3), 195–201. https://doi.org/10.1016/j.anpede.2024.02.009

John, M., Marvin, L. M., Nathaniel, R., & Claude, E. S. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. *AI Magazine*, *27*(4), 12–14.

Karaca, O., Çalışkan, S., & Demır, K. (2020). Tıp eğitiminde yapay zeka. Eğitimde Yapay Zeka Kuramdan Uygulamaya, 346-366. https://doi.org/10.14527/9786257052986.14

Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal Endoscopy*, *92*(4), 807–812. https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040

Knake, L. A. (2023). Artificial intelligence in pediatrics: the future is now. *Pediatric Research*, *93*(2), 445–446. https://doi.org/10.1038/s41390-022-01972-6

Koca Ünsal, R. B., & Orhan, K. (2022). Artificial Intelligence Applications in Dentistry. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine*, *75*(1), 52–55. https://doi.org/10.4274/atfm.galenos.2022.02438

Li, Y.-W., Liu, F., Zhang, T.-N., Xu, F., Gao, Y.-C., & Wu, T. (2020). Artificial intelligence in pediatrics. *Chinese Medical Journal*, *133*(3), 358–360. https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000563

McKinney, S. M., Sieniek, M., Godbole, V., Godwin, J., Antropova, N., Ashrafian, H., ... & Shetty, S. (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, *577*(7788), 89-94. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6

Merih, Y. D., & Akdoğan, E. (2021). *Hemşirelikte Yapay Zekâ*. www.EurasianBioChem.org

Nemati, S., Holder, A., Razmi, F., Stanley, M. D., Clifford, G. D., & Buchman, T. G. (2018). An Interpretable Machine Learning Model for Accurate Prediction of Sepsis in the ICU. *Critical Care*

Medicine, *46*(4), 547–553. https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002936

Newell, A., & Simon, H. A. (1976). Computer science as empirical inquiry. *Communications of the ACM*, *19*(3), 113–126. https://doi.org/10.1145/360018.360022

Newman-Toker, D. E., & Sharfstein, J. M. (2024). The Role for Policy in AI-Assisted Medical Diagnosis. *JAMA Health Forum*, *5*(4), e241339. https://doi.org/10.1001/jamahealthforum.2024.1339

Nils, j. N. (1998). *Artificial Intelligence A New Synthesis*.

Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. *New England Journal of Medicine*, *375*(13), 1216–1219. https://doi.org/10.1056/NEJMp1606181

Pop, T. L. (2023). Introducere în utilizarea inteligenţei artificiale în pediatrie. *Pediatru.Ro*, *2*(1), 16–21. https://doi.org/10.26416/Pedi.70.2.2023.8303

Quinn, B. L., Solodiuk, J. C., Morrill, D., & Mauskar, S. (2018). CE: Original Research: Pain in Nonverbal Children with Medical Complexity: A Two-Year Retrospective Study. *AJN, American Journal of Nursing*, *118*(8), 28–37. https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000544137.55887.5a

Rajkomar, A., Oren, E., Chen, K., Dai, A. M., Hajaj, N., Hardt, M., Liu, P. J., Liu, X., Marcus, J., Sun, M., Sundberg, P., Yee, H., Zhang, K., Zhang, Y., Flores, G., Duggan, G. E., Irvine, J., Le, Q., Litsch, K., … Dean, J. (2018). Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *Npj Digital Medicine*, *1*(1), 18. https://doi.org/10.1038/s41746-018-0029-1

Reinhart, L., Bischops, A. C., Kerth, J.-L., Hagemeister, M., Heinrichs, B., Eickhoff, S. B., Dukart, J., Konrad, K., Mayatepek, E., & Meissner, T. (2024). Artificial intelligence in child development monitoring: A systematic review on usage, outcomes and acceptance. *Intelligence-Based Medicine*, *9*, 100134. https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2024.100134

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, *323*(6088), 533–536. https://doi.org/10.1038/323533a0

Singh, V., KR, J., Jacob, A. G., & John, O. (2023). A scoping review of digital health interventions for cardiovascular diseases in the WHO South-East Asia region. *Connected Health And Telemedicine*, *2*(4). https://doi.org/10.20517/chatmed.2023.07

Şalvarlı, M. S., & Kayışkan, D. (2022). Pazarlama Alanında Yapay Zekanın Gelişen Rolüne Genel Bir Bakış. İzmir Yönetim Dergisi, 2(2), 106-115. https://doi.org/10.56203/iyd.1052548

Tekbey, O., & Alaybeyoğlu, A. (2023). Yapay Zekanın Kullanım Alanları ve Etik Sorunlar. International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches, 7(9), 144–159. https://doi.org/10.59287/ijanser.1523

Tiffany, M. (2024, April 30). *How Will Artificial Intelligence (AI) Affect Children?* Healthychildren.Org.https://www.healthychildren.org/English/family-life/Media/Pages/how-will-artificial-intelligence-AI-affect-children.aspx

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, *25*(1), 44–56. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7

Ülker, İ. and Çamli, A. (2023). Beslenme ve diyetetik uygulamalarında yapay zeka. Journal of Nutrition and Dietetics. https://doi.org/10.33076/2023.bdd.1730

Van Melle, W., Shortliffe, E. H., & Buchanan, B. G. (1975). *EMYCIN: A Knowledge Engineer's Tool for Constructing Rule-Based Expert Systems*.

KAPSAMLI VE GÜNCEL BAKIŞ AÇISIYLA DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKA

Simge GÜMÜŞ AYAZ[3]

1. GİRİŞ

Yapay zeka (YZ) kavramı farklı yaş ve meslek gruplarında birçok kişi tarafından merak edilen bir konu olsa da YZ hakkında genelikle kimsenin gerçek bir bilgi birikimi bulunmamaktadır**.**

Bilimde yaşanan gelişmelerle birlikte neredeyse her alana giren YZ teriminin sağlık alanına da girmesinin ardından erken teşhis, tedavi, yapılan tedavinin prognozu, tedavi yaklaşımları, ilaçların teknolojisi gibi birçok alanda önemli gelişmeler sağlanmıştır (1).

Diş hekimliğinde sağlıklı anatomik yapılar ile lezyonları ayırt etmek, risk faktörlerini belirlemek, geleceğe yönelik

3 Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, dtsimgegumus@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1153-4545.

sonuçları öngörmek için YZ algoritmalarından yararlanılmaktadır. Bununla birlikte; var olan çok sayıda elektronik sağlık verisi, makine öğrenimi adı verilen veriye temelli YZ uygulamaları ile ideal tedavi teknik seçiminde hekime yardımcı olmaktadır (2).

Avantajların yanı sıra en büyük dezavantaj tartışmalı etik problemidir. Robotik cerrahi uygulamalarında, sorumluluğun hekimlere ait olmasına rağmen; robotların büyük bir hata yaptıkları takdirde sorumluluğun kime ait olacağı ciddi bir soru işaretidir. İnsan fikirlerini yansıtamıyor olması, insan ve makine arasındaki uyumsuzluğa sebep olabileceğinden çalışma performansını negatif yönde etkileyen bir diğer faktördür (1).

Bu bölümde amaç; son dönemde diş hekimliğinde YZ uygulamalarının artışı birlikte branşlarda yaşanan gelişmeleri detaylı şekilde incelemektir.

2. ÇALIŞMA İÇERİĞİ

2.1. Yapay Zekanın Tanımı ve Tarihçesi

Günümüz dünyasında sistemlerin dijitale dönüşü, çoğu alanda olduğu gibi diş hekimliğinde de hızla yayılarak hayatı kolaylaştırmaktadır. Araştırma tarihi boyunca, beynin çalışma mekanizması bilim insanlarını büyülemiş ve teknoloji aracılığıyla bu mekanizmanın simülasyonu elde edilmeye çalışılmıştır. YZ, insan beyninin çalışma mekanizmasını gerçeğe yakın şekilde taklit çabalarının uzun soluklu bir kazanımıdır (3). YZ terimi, ilk olarak 1956 yılında Dartmouth Üniversitesi'nde tanıtılmıştır. Fikrin temelleri 1950'li yıllarda 2 önemli bilim insanı tarafından , Alan Turing ve John McCarthy, atılmıştır. Takvimdeki miladı çok eskilere dayanmasına rağmen, YZ kışı denilen 1973-1980 ve

1987-1993 arasında yaşanan durağan dönemler gelişim sürecinin yavaşlamasına sebep olmuştur (4). 1990'ların son yıllarında, IBM şirketince geliştirilen YZ sistemi Deep Blue'nun dünya satranç şampiyonu olan Garry Kasparov'u mağluğ etmesinin ardından önemini tekrar kazanmaya başlamıştır (5). YZ tanım olarak; insanların bilişsel fonksiyonlarını taklit edebilen makinelerin öğrenebilme ve problem çözebilme kapasitesi anlamına gelmektedir. Özetle YZ, bilgisayarların insan beynine benzer faaliyetleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (6).

2.2. Yapay Zekanın Çalışma Prensibi ile İlgili Kavramlar

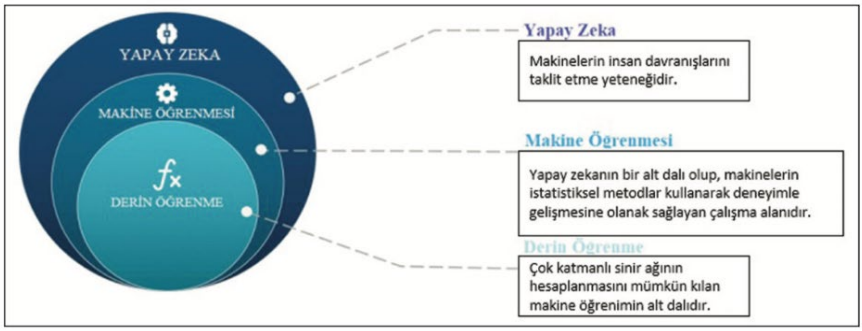
Yapay zekâ farklı yöntemleri barındıran bir sistemler bütünüdür. Uzman sistemler, kalıtsal algoritmalar, bulanık mantık ve yapay nöron ağları bu yöntemlerden başlıcalarıdır. Uzman sistemler, bir uzmanın görüş ya da deneyimlerinden yararlanılarak oluşturulan kural tabanlı bir sistem çeşididir. Oluşturulan kural şablonu neticesinde, neden-sonuç ilişkisine de bağlı kalarak bir çözüme ulaşılması tahmin edilir. Bulanık mantık da uzman sistemler gibi, kural tabanlı sistem olmasa da, bu sistemde kural şablonu kesin ve net hükümler şeklinde kurgulanmamıştır. Bulanık mantığa örnek olarak; günlük yaşamda kullanılan kesin olmayan kurallar verilebilir. Yapay nöron ağlarının temelinde ise beyin nöronları modelinin simülasyonu söz konusudur. İnsanların öğrenme mekanizması nöronlara ve birbiriyle olan nöron bağlantısına bağlı iken; aynı model ile yapay nöron ağlarının öğrenebilmesi sağlanır (7,8,9). Güncel yapay zekâ uygulamalarının çalışma prensiplerini anlamak için, yapay zekanın temel kavramlarının öğrenilmesi gereklidir.

Makine Öğrenimi (Machine Learning): bu sistem veri toplama aşamasından bağımsız, öğrenmeyi otomatik gerçekleştiren YZ sistemini tanımlamaktadır (10). İnsan zekasını taklit etmek amacıyla tasarlanan, çevreden öğrenerek gelişen bir hesaplama algoritmasıdır (11,12). 'Makinelerin kendisini programlanması nasıl sağlanır veya problem çözen makineler nasıl yapılabilir?' soruları makine öğrenimini kapsayan sorulardır. Klasik formüller ile işlem yapan makineler yerine çoklu örnekler gösterilerek makinelerin bu örnekleri tanıması sağlanır. ML kapsam açısından; bir problemi çözebilmek için öğrenmek, kalıpların tespiti, kendini düzeltebilmek ve farklı verileri tekrar işleyerek insan beyni mekanizmasına benzeyen bir YZ alt sistemidir (10,13). Bir diş hekiminin aksine, ML sistemi sonsuz bilgiyi aynı anda gözlemleyerek hızlı şekilde işleyebilir. Bununla birlikte, ML sistemleri her vakaya ait verilerden öğrenebildikleri için, bir diş hekiminin ömrü boyunca görebileceğinden çok daha fazla vakayı saniyeler içinde değerlendirmeyi öğrenebilirler. ML sistemi, beyindeki biyolojik nöron ağı sistemini simüle eden yapay nöron ağı (artificial neural networks-ANN) olarak adlandırılan hesaplama algoritma ve modelleri içerir (14). ANN sistemi, birbirine bağlı noktaların katmanlarında kurulmuştur. Derin öğrenme (deep learning, DL) tekniği ise, görece daha geniş bir YZ alt kümesine atıfta bulunan ML sistemine ait bir yöntemdir. Özellikle DL tekniği, sınıflandırma ya da teşhis görevlerini yerine getirmek amacıyla ham veriyi işleyen, çoklu temsil derecelerine sahip öğrenme tekniğine aittir (10). Bu prensiple geliştirilen ML sistemi finans, tıbbi uygulamalar, bilgisayarla görme, biyomedikalden, uzay mühendisliği, örüntü tanıma ve hesaplamalı biyolojiye kadar farklı birçok alanda başarıyla uygulanmıştır (9,15,16).

Derin Öğrenme (Deep Learning): ML sisteminin bir alt kümesi olarak ifade edilebilir. Teknik boyutu yapay sinir ağlarına nazaran çok daha önemli bir adım olarak kabul edilir. Bu

sistemde, çoklu katmana sahip nöron ağlarının oluşturulması sağlanarak önceki katmana ait çıktılar, bir sonraki katmanda girdi şeklinde kullanılır. Prensip olarak; bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve arada yer alan çok sayıda gizli katmandan oluşur (17,18). Derin kelimesi, algoritma yapısında yer alan birçok gizli katmanı ifade eder. Bu sistem sayesinde özellikle bilgisayarlı görüntü sistemlerindeki gelişmeler ivme kazanmıştır; görüntü segmentasyonu gibi tıbbi görüntü analizine imkân yaratmıştır. Görüntü açıklaması, lezyon konum tespiti, görüntü kaydı, görüntü birleştirme, bilgisayar destekli teşhis ve prognoz ve mikroskobik görsel analiz günümüz teknolojisinde derin öğrenmenin kullanıldığı görüntüleme alanlarındandır (19-21).

Öğrenme Aktarımı (Transfer Learning): bir öğrenme biçimi olarak, ilk defa karşılaştıkları problemleri çözebilmek için insanlar, geçmişte yaşadıkları problem çözme deneyimlerinden yararlanır. İnsanlardaki bu öğrenme biçiminden yola çıkılarak geliştirilen öğrenme transferi (transfer öğrenme/transfer learning), yeni bir görevde öncesinde öğrenilmiş bir görevden elde edilen bilginin aktarımı yoluyla öğrenmenin elde edilebilmesidir (23). Çünkü bilgilerin yapay nöron ağlarına en baştan öğretilmesi hem zor, hem zaman alıcı bir işlemdir. Bununla birlikte, yapay nöron ağlarını eğitmek için ihtiyaç duyulan birçok verinin normal sürede toplanması zor olabilir. Deneyimlerle önceden eğitilen Alexnet ve Resnet gibi nöron ağları, sınıflandırıcı sistemlerin çıkış katmanı değiştirilerek kişisel ağlar elde edilebilir. Böylece; zaman ve yük performanslı donanımlardan tasarruf edilmiş olur (24).



Şekil 1. Yapay zekâ/öğrenme temel kavramları (25)

2.3. Yapay Zekanın Diş Hekimliği Pratiğine Kazanımları

Diş Hekimliği, dokuz ayrı disiplinden oluşmaktadır. Günümüzde, her branş kendi içerisinde tedavi tekniklerini teknolojik materyal ve yazılım desteği ile yorumlayabilmektedir. Geçmişten bugüne baktığımızda; dental implantlar, 3D görüntüleme cihazları, operasyon mikroskobu, ortodontik şeffaf plaklar ve farklı lazer cihazları gibi diş hekimliği pratiğinin önemli kazanımları haline gelmişken, tüm bu gelişmelerin arkasında önemli bir teknolojik alt yapı bulunmaktadır (25). YZ uygulamaları diş hekimliğinde farklı branşlarda popüler hale gelmektedir. Diş hekimliğine YZ teknolojisinin entegre edilmesi zaman ve maliyetten tasarrufu sağlamanın yanı sıra insan kaynaklı komplikasyonları da azaltmaktadır (16).

2.3.1. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Dental radyoloji alanında yürütülen YZ uygulamaları; teşhis, görüntü işleme/rekonstrüksiyonu adli tıp, hasta/öğrenci eğitimi, kalite kontrolü, otomatik raporlama amacıyla

kullanılmaktadır (26). Teşhise yönelik alanlardaki gelişmeler ile dişlerin numaralandırılması, dental çürük, periodontal kemik kaybı, periapikal lezyon gibi birçok farklı tanı konabileceği gibi, öğrenci eğitimi, görüntü işleme/raporlama konularında piyasaya sürülebilecek çapta YZ destekli sistemler ortaya konmuştur (27-29). Teşhis amaçlı görüntüleme tekniklerine rutinde sıklıkla başvurulduğu için, YZ destekli tanılama, öznel hekim yaklaşımını elimine etme potansiyeli sağlayabilir. Sağlık kurumları arşivinde heterojen şekilde elde edilen çok sayıda görüntü yer almakta olup veri tabanlarındaki bu bilgilerin sosyodemografik değerlendirmeler veya yeni araştırmalara stratejik zemin sağlayabilme potansiyeli mevcuttur. YZ desteği ile hekimin teşhise yönelik zorluklar için ayıracağı süre kısalacak ve hasta-hekim arasında kurulacak iletişim kalitesine destek oluşturabilecektir. YZ'nin tanı konusundaki desteği radyolojik teşhis ile sınırlı olmayıp, aynı zamanda ses, konuşma, el yazısı tanıma ve diller arası çeviri desteği sağlayarak kayıt tutma zamanı kısaltılabilir (30). DSÖ'nün Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında yer alan yaşlı toplumlarda görülen kronik hastalıklara yönelik sağlık sistemini destekleyici çözümler sunulabilecektir (31). YZ gelişmeleri sayesinde, 2 ve 3 boyutlu radyolojik görüntüleri, ağız içi/dışı ve yüz taraması kullanılarak; dişlerin numaralandırılması, çeşitli hastalıkların teşhisi, dentomaksillofasiyal deformitelerin tanısına yönelik diş hekimlerine yeni ve kolay ulaşılabilir verilerin sunulması amaçlamaktadır (32).

Diş çürüklerinin saptanması konusunda, periapikal radyograflarda YZ teknolojisi ile diş çürüklerinin tespiti için CNN algoritmasının uygulandığını bildiren çalışmalardan Lee ve ark. yaptığı çalışmada mükemmel sonuçlar elde edilmiştir (33). Arayüz çürüklerinin teşhisinde bitewing radyografilerini kullanan Devito ve ark. çalışması ve kök çürüklerinin tespitinde Hung ve ark. çalışmasının başarılı sonuçları dikkat çekmiştir (34,35).

Apikal lezyonların teşhisi ve lokasyonun yakın kızılötesi transillüminasyon görüntüleri için tasarlanan derin öğrenme modeli için tasarlanan derin öğrenme modelini kullanan güncel çalışmalar, YZ tabanlı modellerin performansının başarılı olduğunu göstermiştir (36,37). Ekert ve ark. 2019'da panoramik radyografileri kullanarak periapikal lezyonları tespit etmek amacıyla nöron ağları uyguladıklarında, apikal lezyon teşhisinde başarılı olmuştur (38). Lee ve ark., osteoporoz tanısında YZ etkinliği ve performansını değerlendirdiği araştırmada, panoramik radyografiler kullanılarak osteoporoz tanısı için derin evrişimli nöron ağı (DCNN) tabanlı bilgisayar destekli tanı (CAD) sistemi uygulamış ve oldukça başarılı olmuştur (39). Sonuçta, YZ teknolojileri desteği ile klinisyenlerin tedavi planı için ayrıntıları dijital olarak girerek daha yüksek verimlilik sağlayabilirler.

2.3.2. Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

YZ; robotik uygulamalar sayesinde ağız, diş ve çene cerrahisi alanında popüler hale gelmiştir. Cerrahi müdahale öncesi olası hataları önlemek amacıyla YZ algoritmaları kullanılarak anatomik yer işaretlerinin ayrıntılı tespiti yapılmaktadır. Böylece kritik anatomik yapıların korunması ve operasyon süresinin kısaltılması mümkün olmaktadır (40). YZ teknolojisi, cerrahi sonrası postoperatif ödemi öngörmek amacıyla da kullanılmıştır. Zhang ve ark. 2018'de yaptığı bir çalışmada, gömülü mandibular üçüncü molarların çekiminden sonra postoperatif ödem tahmini için bir YZ sistemi geliştirmiş ve %98 doğruluk ile yüksek başarı elde etmiştir (41). Orhan ve ark. ise konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (cone-beam computed tomography-CBCT) üzerinden bir YZ sistemi geliştirerek gömülü üçüncü molarların teşhisindeki doğruluğu değerlendirmiş ve YZ %86,2 doğruluk ile başarılı bir performans sergilemiştir

(42). Panoramik radyografide derin evrişimsel sinir ağı (convolutional neural network-CNN) kullanılan bir başka çalışmada üçüncü molar diş çekiminin zorluğu değerlendirilmiştir. Ramus ile olan ilişkinin tespiti ve mandibular ikinci moları referans alarak belirlenen derinlik bilgisinde sırası ile %82,03, %90,2 ve %78,9 başarı oranlarına ulaşılmıştır (43). YZ ile oral mukozada yer alan şüpheli alanlar tespiti, benign ve malign lezyonların taranıp sınıflandırılması yapılabilmektedir (44). Oral bölgede saptanan malign yapılı tümörlerin prognozunu etkileyen en kritik etken, erken teşhistir. Bununla birlikte, birçok vakaya ileri evrede tanı konulmaktadır. Rosma ve ark. 2010 tarihli çalışmalarında; YZ sistemi ile uzmanların öngörülerini kaıyaslayarak bireylerin oral kanseri geliştirme ihtimalini değerlendirmiş ve %59,9 oranında doğruluk performansı göstermişlerdir (45). Özellikle geniş çaplı ağız taramalarının toplumdaki oral kanserin sıklığını öngörebileceği düşünülmektedir. YZ destekli yazılımlarla tarama yapılarak sağlık hizmetlerinin sınırlı olduğu birçok bölgede morbidite ve mortalite oranlarının azaltılabileceği tahmin edilmektedir (46).

2.3.3. Restoratif Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Günümüzde estetik beklentideki artış restoratif diş tedavisinde de teşhis ve tedavi süreçleri önem kazanırken; teknolojik gelişmeler eşliğinde YZ destekli sistemler değerlendirilmeye başlanmıştır (47).

Yayınlanan sistematik bir derlemede YZ sistemlerinin diş çürüğü ve kırıklarının teşhisinde, preparasyon sınırlarını belirlemede ve restorasyon başarısızlığı tahminindeki yeteneği değerlendirilmiştir. 34 makaleyi içeren bu derlemede; 29 araştırma çürük tespiti, 2 araştırma diş kırığının tespiti, 1araştırma preparasyon bitim sınırı ve 2 araştırma ise restorasyonun

başarısızlık değerlendirilmesi hakkındadır. YZ modelleri ile ulaşılan doğruluk performansı çürük tespiti için %76-88.3 aralığında, çürük tahmini için %83.6-97.1 aralığında, diş kırığı tespiti için %88.3-95.7 ve bitim sınırı için ise %90.6-97.4 aralığındadır (48).

Süt dişlerindeki plağın tespiti ve modelin tanısal doğruluk performansını değerlendirmek amacıyla derin öğrenme tabanlı YZ modeli geliştirilen bir çalışmada; eğitim amaçlı 886 ağız içi fotoğraf kullanılmış ve klinik uygulanabilirliği sağlamak amacıyla da YZ sistemi ile 98 ağız içi fotoğraf değerlendirilmiştir. Araştırmacının incelediği bu fotoğraflarda plak içeren alanlar tespit edilmiştir. Plak boyayan ajan ile ikinci defa belirleme yapılmıştır. YZ modeli ile araştırmacının işaretlediği alanlar karşılaştırıldığında, YZ modelinin kabul edilebilir seviyelere ulaştığı sonucu elde edilmiştir (49).

Askar ve ark. yaptığı çalışmada, fotoğrafladığı dişlerden bir veri seti oluşturarak beyaz nokta lezyonlarını teşhis etmek için derin öğrenme sisteminin kullanıldığı bir çalışma yapmıştır. Florotik veya non-florotik lezyonu eğitmek amacıyla kullanılan modeller arasında ortalama doğruluk performansı 0.81 ile 0.84 aralığında bulunmuş, böylece tatmin eden bir doğruluğa ulaşılmıştır (50).

CAD-CAM yönteminde kompozit rezin kronlarının yapışma olasılığını CNN ysistemiyl tahmin eden bir çalışmada, 24 olgudan 8640 farklı görsel elde edilmiştir. CNN sistemiyle debonding ihtimalinin doğru tahmin olasılığı %98.5 ve kesinliği %97 olarak bildirilmiştir. Üç boyutlu tarama görselleri kullanılarak CAD-CAM ile kompozit kronların bağlanma durumları bu yöntemle problemsiz şekilde öngörülebilmektedir (51). Bir başka çalışmada posterior dişlerin dijital görüntüleri kullanılarak fissür örtücülerin CNN yöntemiyle teşhis edip

kategorize etmesi araştırılmış ve standart referans ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada %98.7 yüksek tanısal doğruluk sonucuna ulaşılmıştır. (52).

2.3.4. Endodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Endodonti alanında tedaviler için geliştirilen YZ teknolojileri; teşhis desteği, apikal lezyon ve kron-kök kırığı tanısı, kök ve kanal morfolojilerindeki varyasyonlar, kanaliçi çalışma uzunluğunun doğru hesaplanması, retreatment tahmini, endodontik tedaviden sonraki ağrı değerlendirmesi, endodontik tedavili dişlerin restorasyonları ve çürük tanısı gibi alanlarda işlem öncesinde ve sonrasında kullanılmaktadır (53,54).

Periapikal patolojilerin erken teşhisinde, kırık veya çatlak şüphesi bulunan köklerin tespitinde, hekimin tecrübe ve bilgisine rağmen, bazı olgularda tedavi öncesindeya da esnasında tespiti zor kök-kanalı girişlerinde, YZ destekli sistemlerin yardımıyla tedavinin başarısı arttırabilecektir (25). ML amacıyla, Amerikan Endodontistler Birliği'nin "Endodontik Olgu Zorluk Değerlendirme Formu'ndan" veri tabanında kullanan YZ sistemi, kanal tedavisi gerektiren vakaların zorluk derecesini öngörmede >%90 doğruluk performansı göstermiştir. ML'nin bu yüksek performansı, töngörülmesi zor olguların endodontistlere yönlendirilmesindeki potansiyellerini belirlemeye yardımcı olabilir. (55). Back Propagation ANNs tabanlı başka çalışmada ise; araştırmacılar, kök-kanal tedavisini takiben yaşanan ağrıyı öngörerek kanal tedavinin kalitesini iyileştirmeyi, idealize tedavi planı oluşturmayı ve tıbbi anlaşmazlıkların oluşumunu minimuma indirmeyi amaçlamıştır (56).

2.3.5. Ortodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Ortodontik malokluzyonların sınıflandırılması, anatomik noktaları belirleme, tedavi sonrasında olması planlanan fasiyal

değişiklikleri görmeyi hedefleyen YZ uygulamaları ve görseller üzerinden sınıflandırmaya çalışan algortimalar araştırmacıların odaklandığı noktalar olmuştur (57, 58). Özellikle sefalometrik analizde anatomik noktaları belirlemede YZ tabanlı sistemlerin kullanımı hedeflenen konulardan biri haline gelmiştir. Araştırmacılar çalışmaların sonucunda YZ'nın anatomik nokta tespitinde; klinisyen ile kıyaslandığında istatiksel olarak anlamlı fark olmadığını ve diş çekimi gerekliliğini belirlemede ise % 93'lük oranda başarı sağladığını bildirmişlerdir (59). Ortognatik cerrahi, YZ'nin bu branşta kendine uygulama alanı bulabildiği diğer konudur. Ortodontistlerin rekonstrüksiyon, dijital tedavi planı, vakaya özel cerrahi hazırlığı gibi taleplerinin bulunması YZ sistemlerinin ilerlemesine öncü olmuştur. Robotik cerrahi uygulamalar konusundaki yatırımların yüksek olması ve radyografi veri tabanının geniş olması diğer destekleyici etkenlerdendir (33). Choi ve ark. nın 2020'de yaptığı güncel çalışmada hastaya ortognatik cerrahi gerekliliğinin tespitinde YZ % 96 oranında başarılı bulunmuştur (60).

2.3.6. Periodontolojide Yapay Zekâ Uygulamaları

Dünyada en sık rastlanan altıncı hastalık olan periodontitis, görüntüleme tekniklerinin yetersizliğine bağlı olarak teşhis ve evrelemede birtakım zorluklar yaşanabilmektedir. Jiang ve ark. tarafından radyografideki kemik kaybına göre periodontitisin evresini belirleme üzerine yapılan çalışmada, YZ'nin tanı koymada başarısının %77 olduğu ve modelin sınıflandırmada diş hekimlerine oranla daha başarılı olduğu rapor edilmiştir (61). 2020'de radyografide kemik kaybına göre periodontitisin evrelendirildiği bir çalışmada ise, YZ desteği ile radyografide kemik kaybının ve periodontitisin evrelemesinin yüksek doğrulukla tahmin edildiği belirtilmiştir (28). Günümüzde çok yaygın olmamakla birlikte YZ; sondalamada cep derinliğinin (SCD) ölçülmesi, plak tespiti,

gingival inflamasyon, alveolar kemik kaybının değerlendirilmesi, periodontal hastalık teşhisi, hastalık prognozu, halitosis ve peri-implantitis değerlendirilmesi için periodontolojide kullanılmaktadır (49,62).

Alalharith ve ark. ağız içi fotoğraflar kullanarak ortodontik tedavi gören hastalarda periodontal hastalık tanısı koyma amacıyla yaptıkları çalışmada iki hızlı bölgesel bazlı ESA kullanmışlardır. Birinci modelin dişleri numaralandırma başarısının %100 olduğu, ikinci modelin gingival inflamasyonu tespit etmede başarı oranının %77.12 olduğu bildirilmiştir (63). Periodontal hastalığı erken evrede teşhis ederek ileri düzeyde periodontal yıkımı ve diş kayıplarını önlemek için Moriyama ve ark. geliştirdikleri YZ modelinde SCD'yi tahmin etme başarısı %47 olarak belirtilmiştir (64). Chen ve ark. tarafından hastaların plak içeriğindeki mikroorganizma türlerine göre sağlıklı ve periodontitisli olarak sınıflandırmak amacıyla yapılan çalışmada dört farklı YZ uygulaması ile değerlendirilmiş ve YZ'nin hastaları sınıflandırma başarısı %95 olarak bildirilmiştir (65). Periodontal açıdan riskli dişlerin tanısının konulması amacıyla ESA algoritması kullanılan bir çalışmada tanı koyma başarısının premolar dişlerde %81, molar dişlerde ise %76.7 olduğu rapor edilmiştir (66).

2.3.7. Protetik Diş Tedavisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Diş hekimliğinin tüm branşlarında YZ teknolojisinden yararlanılmasına rağmen; tüm protetik işlemlerde benimsenmesine hala tereddütle yaklaşılmaktadır (67). YZ'ye protetik tedavide başvurulan alanlar olarak; sabit ve hareketli protezler, protez planlaması, protez tasarımı, CAD/CAM uygulamaları, dijital gülüş tasarımı, renk tercihi, TME hastalıkları ve oklüzyon şeklinde sıralanabilir (68,69). Dental arkların

sınıflandırılması için CNN'nin yardımıyla bir YZ sistemi geliştiren metodolojik bir araştırma yapılmıştır (69). Öğrenme prosedürü tamamlandıktan sonra diş arklarının doğruluk tahmini mandibulada %97.5 iken maksillada %99.5, oranında yüksek başarı göstermiştir. İmplant destekli sabit protezlerin simantasyonu, geleneksel CAD/CAM sistemleri kullanıldığında oluşabilecek hataları minimuma indirebilmek için bir YZ modeli önerilmiştir. Posterior dişler için zirkonya implantların üretiminde YZ modeli kullanımı ile %91 sağkalım oranı ve %93 başarı oranı elde edilmiştir (70). Diş preperasyonunun diş ile protez arasındaki kole uyumunu sağlanması tecrübe ve zaman gerektirdiği için, marjinal bitim sınırının daha hassas yapılabilmesi amacıyla bir DÖ sistemi çalışılmıştır. Araştırma sonucunda ortalama doğruluk performansı %97,43 olarak bulunurken, bu yüksek performans YZ'nin manuel hataların üstesinden gelme yeteneğinin yüksek olduğunu ifade etmektedir (71). Gülüş tasarımı ve tedavi planlama süreçlerinin otomasyonunu sağlayan firmaların en büyük iddialarından birisi, YZ ile yapılan tasarımların hekimlerin yaptığı geleneksel tasarımlara oranla oldukça kısa sürede yapılabilmesi hatta saniyeler içinde işlemlerin gerçekleştirilebilmesidir (72).

2.3.8. Pedodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Literatürde pedodonti branşında yapılmış YZ çalışması oldukça azdır; bu sebeple günümüzde yapay zekanın en az araştırıldığı diş hekimliği alanı pedodonti olmuştur. Khanagar ve ark.ın yaptıkları derlemede bu alandaki araştırmalar sırasıyla çürük teşhisi (n=7), kronolojik yaş tahlili (n=5), çocukların genel ağız sağlığı ve tedavi ihtiyacı tahmini (n=2), süt dentisyonda plak tespiti (n=1), fissür örtücülerin tespit ve sınıflandırılması (n=1), dişlerin otomatik tahlili (n=1) şeklinde yönelmiştir (15). Makine öğrenimi yöntemi ile çocukların ağız ve diş sağlığını değerlendiren çalışmaların esas amacı çocukların mevcut ağız-diş

sağlığı ve tedavi ihtiyacını tespit edebilen bir algoritma geliştirmektir. Bu algoritmaların desteği ile hem bireysel hem toplumsal düzeyde ağız sağlığı programları planlama ve değerlendirme, önleyici stratejileri geliştirmeye destek olmak amaçlanmaktadır. Pedodontide, YZ uygulamalarının, profilaksi, davranış yönlendirme teknikleri, hasta-aile eğitimi gibi önemli konularda daha çok geliştirilmesi ve veri setlerinin arttırılması gereklidir (73).

3. SONUÇ

YZ modellerine dair çalışmalar şimdiden literatürde geniş bir yer kaplamaktadır. Geliştirilen bu algoritmalarla ağır iş yükü olan hekimlerin teşhis, tanı ve tedavi planlarında problemlerin minimalize edilmesi ve insan kaynaklı hataların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistemlerin, özellikle klinisyen açığı olan merkezlerde, hasta sağlığı, maliyet ve süre bakımından önemli yararlar sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Tuğçe, U. (2020). Yapay Zeka Ve Sağlık Uygulamaları. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 3(1), 80-92.

Shan, T., Tay, F., & Gu, L. (2021). Application of artificial intelligence in dentistry. Journal of dental research, 100(3), 232-244.

Sikri A, Sikri J, Gupta R. (2023) Artificial intelligence in prosthodontics and oral implantology–A narrative review. Glob Acad J Dent Oral Health. 5(2):13–9.

Heo M-S, Kim J-E, Hwang J-J, Han S-S, Kim J-S, Yi W-J, et al. (2021) Artificial intelligence in oral and maxillofacial radiology: what is currently possible? Dentomaxillofacial Radiology. 50(3):20200375.

Murray C, Hoane Jr AJ, Hsu F-h. (2002) Deep blue. Artificial intelligence, 134(1-2):57-83.

Allen B Jr, Seltzer SE, Langlotz CP, et al. (2019). A Road Map for Translational Research on Artificial Intelligence in Medical Imaging: From the 2018 National Institutes of Health/RSNA/ACR/The Academy Workshop. J Am Coll Radiol, 16:1179-1189.

Baxt WG. (1995). Application of artificial neural networks to clinical medicine. The lancet, 346(8983):1135-8.

Ergezer H, Dikmen M, Özdemir E. (2003). Yapay sinir ağları ve tanıma sistemleri. PiVOLKA, 2(6):14-7.

Yüce, F., & Taşsöker, M. Diş hekimliğinde yapay zeka uygulamaları. *7tepe Klinik Dergisi*, *19*(2), 141-149.

Lee, J. G., Jun, S., Cho, Y. W., Lee, H., Kim, G. B., Seo, J. B., & Kim, N. (2017). Deep learning in medical imaging: general overview. *Korean journal of radiology*, *18*(4), 570-584.

Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning* (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer.

El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). *What is machine learning?* (pp. 3-11). Springer International Publishing.

Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning*. MIT press.

Nichols, J. A., Herbert Chan, H. W., & Baker, M. A. (2019). Machine learning: applications of artificial intelligence to imaging and diagnosis. *Biophysical reviews*, *11*, 111-118.

Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., ... & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry–A systematic review. *Journal of dental sciences*, *16*(1), 508-522.

Koca Ünsal, R. B., & Orhan, K. (2022). Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları. *Journal of Ankara University Faculty of Medicine/Ankara Üniversitesi Tip Fakültesi Mecmuasi*, *75*.

Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *3*(3), 47-64.

Deng, L., & Yu, D. (2014). Deep learning: methods and applications. *Foundations and trends® in signal processing*, *7*(3–4), 197-387.

Pereira, S., Pinto, A., Alves, V., & Silva, C. A. (2016). Brain tumor segmentation using convolutional neural networks in MRI images. *IEEE transactions on medical imaging*, *35*(5), 1240-1251.

Shin, H. C., Roberts, K., Lu, L., Demner-Fushman, D., Yao, J., & Summers, R. M. (2016). Learning to read chest x-rays: Recurrent neural cascade model for automated image annotation. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 2497-2506).

Wu, G., Kim, M., Wang, Q., Munsell, B. C., & Shen, D. (2015). Scalable high-performance image registration framework by unsupervised deep feature representations learning. *IEEE transactions on biomedical engineering*, *63*(7), 1505-1516.

Chen, H., Dou, Q., Wang, X., Qin, J., & Heng, P. (2016, February). Mitosis detection in breast cancer histology images via deep cascaded networks. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 30, No. 1).

Pan, S. J., & Yang, Q. (2009). A survey on transfer learning. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, *22*(10), 1345-1359.

Tan, Z. (2019). Derin öğrenme yardımıyla araç sınıflandırma. *Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

GÜNEÇ, H. G. (2023). Endodontide Yapay Zekâ Uygulamaları Nerede?. *Turkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics*, *9*(1), 16-25.

Pauwels, R. (2021). A brief introduction to concepts and applications of artificial intelligence in dental imaging. *Oral radiology*, *37*(1), 153-160.

Bilgir, E., Bayrakdar, İ. Ş., Çelik, Ö., Orhan, K., Akkoca, F., Sağlam, H., ... & Rozylo-Kalinowska, I. (2021). An artificial ıntelligence approach to automatic tooth detection and numbering in panoramic radiographs. *BMC medical imaging*, *21*, 1-9.

Chang, H. J., Lee, S. J., Yong, T. H., Shin, N. Y., Jang, B. G., Kim, J. E., ... & Yi, W. J. (2020). Deep learning hybrid method to automatically diagnose periodontal bone loss and stage periodontitis. *Scientific reports*, *10*(1), 7531.

Orhan, K. A. A. N., Bayrakdar, I. S., Ezhov, M., Kravtsov, A., & Özyürek, T. A. H. A. (2020). Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *International endodontic journal*, *53*(5), 680-689.

Israni, S. T., & Verghese, A. (2019). Humanizing artificial intelligence. *Jama*, *321*(1), 29-30.

https://www.who.int/sdg/en/

Hung, K., Yeung, A. W. K., Tanaka, R., & Bornstein, M. M. (2020). Current applications, opportunities, and limitations of AI for 3D imaging in dental research and practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(12), 4424.

Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N., & Choi, S. H. (2018). Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of dentistry*, *77*, 106-111.

Devito, K. L., de Souza Barbosa, F., & Felippe Filho, W. N. (2008). An artificial multilayer perceptron neural network for diagnosis of proximal dental caries. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *106*(6), 879-884.

Hung, M., Voss, M. W., Rosales, M. N., Li, W., Su, W., Xu, J., ... & Licari, F. W. (2019). Application of machine learning for diagnostic prediction of root caries. *Gerodontology*, *36*(4), 395-404.

Casalegno, F., Newton, T., Daher, R., Abdelaziz, M., Lodi-Rizzini, A., Schürmann, F., ... & Markram, H. (2019). Caries detection with near-infrared transillumination using deep learning. *Journal of dental research*, *98*(11), 1227-33.

Schwendicke, F., Elhennawy, K., Paris, S., Friebertshäuser, P., & Krois, J. (2020). Deep learning for caries lesion detection in near-infrared light transillumination images: A pilot study. *Journal of dentistry*, *92*, 103260.

Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T., & Schwendicke, F. (2019). Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of endodontics*, *45*(7), 917-922.

Lee, J. S., Adhikari, S., Liu, L., Jeong, H. G., Kim, H., & Yoon, S. J. (2019). Osteoporosis detection in panoramic radiographs using a deep convolutional neural network-based computer-assisted diagnosis system: a preliminary study. *Dentomaxillofacial Radiology*, *48*(1), 20170344.

Widmann, G. (2007). Image-guided surgery and medical robotics in the cranial area. *Biomedical imaging and intervention journal*, *3*(1).

Zhang, W., Li, J., Li, Z. B., & Li, Z. (2018). Predicting postoperative facial swelling following impacted mandibular third molars extraction by using artificial neural networks evaluation. *Scientific reports*, *8*(1), 12281.

Orhan, K., Bilgir, E., Bayrakdar, I. S., Ezhov, M., Gusarev, M., & Shumilov, E. (2021). Evaluation of artificial intelligence for detecting impacted third molars on cone-beam computed tomography scans. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, *122*(4), 333-337.

Yoo, J. H., Yeom, H. G., Shin, W., Yun, J. P., Lee, J. H., Jeong, S. H., ... & Kim, B. C. (2021). Deep learning based prediction of extraction difficulty for mandibular third molars. *Scientific Reports*, *11*(1), 1954.

Lim, K., Moles, D. R., Downer, M. C., & Speight, P. M. (2003). Opportunistic screening for oral cancer and precancer in general dental practice: results of a demonstration study. *British dental journal*, *194*(9), 497-502.

Rosma, M. D., Sameem, A. K., Basir, A., Mazlipah, I. S., & Norzaidi, M. (2010). The use of artificial intelligence to identify people at risk of oral cancer: empirical evidence in Malaysian University. *International Journal of Scientific Research in Education*, *3*(1), 10-20.

Ilhan, B., Lin, K., Guneri, P., & Wilder-Smith, P. (2020). Improving oral cancer outcomes with imaging and artificial intelligence. *Journal of dental research*, *99*(3), 241-248.

Biçer, A. G. Z., Tepe, Ö. G. H., Çeliksöz, Ö. G. Ö., & Yaman, B. C. (2023). Yapay Zeka Ve Restoratif Diş Hekimliği. *Tıp Ve Sağlık Bilimlerinde Multidisipliner Bakış I*, 3.

Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Vyas, S., Barmak, A. B., Özcan, M., Att, W., & Krishnamurthy, V. R. (2022). Artificial intelligence applications in restorative dentistry: A systematic review. The Journal of prosthetic dentistry, 128(5), 867-875.

You, W., Hao, A., Li, S., Wang, Y., & Xia, B. (2020). Deep learning-based dental plaque detection on primary teeth: a comparison with clinical assessments. *BMC Oral Health*, *20*, 1-7.

Askar, H., Krois, J., Rohrer, C., Mertens, S., Elhennawy, K., Ottolenghi, L., Mazur, M., Paris, S., & Schwendicke, F. (2021). Detecting white spot lesions on dental photography using deep learning: A pilot study. Journal of dentistry, 107, 103615.

Yamaguchi, S., Lee, C., Karaer, O., Ban, S., Mine, A., & Imazato, S. (2019). Predicting the debonding of CAD/CAM composite resin crowns with AI. Journal of dental research, 98(11), 1234-1238.

Schlickenrieder, A., Meyer, O., Schönewolf, J., Engels, P., Hickel, R., Gruhn, V., Hesenius, M., & Kühnisch, J. (2021). Automatized detection and categorization of fissure sealants from intraoral digital photographs using artificial intelligence. Diagnostics, 11(9), 1608.

Fukuda, M., Inamoto, K., Shibata, N., Ariji, Y., Yanashita, Y., Kutsuna, S., ... & Ariji, E. (2020). Evaluation of an artificial intelligence system for detecting vertical root fracture on panoramic radiography. *Oral radiology*, *36*, 337-343.

Hiraiwa, T., Ariji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nakata, K., Katsumata, A., ... & Ariji, E. (2019). A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the

mandibular first molar on panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, *48*(3), 20180218.

Mallishery, S., Chhatpar, P., Banga, K. S., Shah, T., & Gupta, P. (2020). The precision of case difficulty and referral decisions: an innovative automated approach. *Clinical oral investigations*, *24*, 1909-15.

Gao, X., Xin, X., Li, Z., & Zhang, W. (2021). Predicting postoperative pain following root canal treatment by using artificial neural network evaluation. *Scientific reports*, *11*(1), 17243.

Kim, S., Lee, Y. H., Noh, Y. K., Park, F. C., & Auh, Q. S. (2021). Age-group determination of living individuals using first molar images based on artificial intelligence. *Scientific reports*, *11*(1), 1073.

Karhade, D. S., Roach, J., Shrestha, P., Simancas-Pallares, M. A., Ginnis, J., Burk, Z. J., ... & Divaris, K. (2021). An automated machine learning classifier for early childhood caries. *Pediatric dentistry*, *43*(3), 191-197.

Kise, Y., Ikeda, H., Fujii, T., Fukuda, M., Ariji, Y., Fujita, H., ... & Ariji, E. (2019). Preliminary study on the application of deep learning system to diagnosis of Sjögren's syndrome on CT images. *Dentomaxillofacial Radiology*, *48*(6), 20190019.

Patil, V., Vineetha, R., Vatsa, S., Shetty, D. K., Raju, A., Naik, N., & Malarout, N. (2020). Artificial neural network for gender determination using mandibular morphometric parameters: A comparative retrospective study. *Cogent Engineering*, *7*(1), 1723783.

Jiang, L., Chen, D., Cao, Z., Wu, F., Zhu, H., & Zhu, F. (2022). A two-stage deep learning architecture for radiographic staging of periodontal bone loss. *BMC Oral Health*, *22*(1), 106.

Danks, R. P., Bano, S., Orishko, A., Tan, H. J., Moreno Sancho, F., D'Aiuto, F., & Stoyanov, D.(2021). Automating Periodontal bone loss measurement via dental landmark localisation. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, *16*(7), 1189-99.

Alalharith, D. M., Alharthi, H. M., Alghamdi, W. M., Alsenbel, Y. M., Aslam, N., Khan, I. U., ... & Barouch, K. K. (2020). A deep learning-based approach for the detection of early signs of gingivitis in orthodontic patients using faster region-based convolutional neural networks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(22), 8447.

Moriyama, Y., Lee, C., Date, S., Kashiwagi, Y., Narukawa, Y., Nozaki, K., & Murakami, S. (2019, January). A MapReduce-like Deep Learning Model for the Depth Estimation of Periodontal Pockets. In *HEALTHINF* (pp. 388-395).

Chen, W. P., Chang, S. H., Tang, C. Y., Liou, M. L., Tsai, S. J. J., & Lin, Y. L. (2018). Composition analysis and feature selection of the oral microbiota associated with periodontal disease. *BioMed research international*, *2018*(1), 3130607.

Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N., & Choi, S. H. (2018). Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of periodontal & implant science*, *48*(2), 114-123.

Meghil, M. M., Rajpurohit, P., Awad, M. E., McKee, J., Shahoumi, L. A., & Ghaly, M. (2022). Artificial intelligence in dentistry. *Dentistry Review*, *2*(1), 100009.

Humairo, C. N., Hapsari, A., & Bramanti, I. (2021). The Role of Artificial Intelligence in Many Dental Specialties. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 41, p. 03005). EDP Sciences.

Takahashi, T., Nozaki, K., Gonda, T., & Ikebe, K. (2021). A system for designing removable partial dentures using artificial intelligence. Part 1. Classification of partially edentulous arches using a convolutional neural network. *Journal of prosthodontic research*, *65*(1), 115-8.

Lerner, H., Mouhyi, J., Admakin, O., & Mangano, F. (2020). Artificial intelligence in fixed implant prosthodontics: a retrospective study of 106 implant-supported monolithic zirconia crowns inserted in the posterior jaws of 90 patients. *BMC Oral Health*, *20*, 1-16.

Zhang, B., Dai, N., Tian, S., Yuan, F., & Yu, Q. (2019). The extraction method of tooth preparation margin line based on S-Octree CNN. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, *35*(10), e3241.

Chen, Y. W., Stanley, K., & Att, W. (2020). Artificial intelligence in dentistry: current applications and future perspectives. *Quintessence Int*, *51*(3), 248-57.

Jung, S. K., & Kim, T. W. (2016). New approach for the diagnosis of extractions with neural network machine learning. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *149*(1), 127-133.

DİREKT KOMPOZİT REZİN RESTORASYONLARDA GÜNCEL BİTİM VE CİLA MATERYALLERİ

Simge GÜMÜŞ AYAZ[4]

1. GİRİŞ

Dişlerin doğal görünümünü taklit edebilen restorasyon materyallerinin tercihindeki artış ile, kompozit rezin materyaller önemli bir yer kaplamaya başlamış ve geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Mekanik ve optik özelliklerindeki gelişmenin ardından kompozit rezinler hem anterior hem posterior alanlarda kullanım olanağı sunmuşlardır. Adeziv sistemlerde kaydedilen ilerlemeler ve renk skalasındaki artış sayesinde, kompozit rezinler, diş hekimlerinin sıklıkla kullandığı materyallerden biri haline gelmiştir (1).

Kolay ve pratik klinik uygulamaları, düşük maliyetleri ve optik özelliklerinde yaşanan gelişmeler, direkt kompozit restorasyonların, son dönemde sıklıkla tercih edilmesine sebep olmuştur. Kompozit materyallerin kullanıldığı restoratif diş tedavilerinde bitim ve cila aşamaları, restorasyonda estetik ve fonksiyonda uzun dönem başarısı açısından kritik öneme sahiptir (2).

[4] Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, dtsimgegumus@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1153-4545.

Estetik diş hekimliği klinik uygulamalarında sıklıkla kullanılan güncel bitirme ve cila sistemleri, doğal diş görünümü sağlamanın yanı sıra restorasyonların klinik kullanım süresini de uzatmaktadır. Kullanılan restoratif materyallerin yüzeyleri pürüzlü bırakıldığı takdirde, doğal ve estetik olmayan bir görünüm, zayıf aşınma direnci, artmış plak birikimi, materyalde renk değişikliği, sekonder çürük oluşumu ve dişe komşu yumuşak dokuda artan inflamasyon tablolarına sebep olmaktadır (3). Bitim ve cila sistemlerinin performansı; aşındırıcı partikül tip, boyut ve sertliği, tek/çok aşamalı şekilde uygulanması, materyalin esnekliği, kompozit materyalindeki inorganik doldurucu tip, boyut ve sertliği, uygulanan kuvvetin şiddeti, uygulama süresi gibi birden çok etkene bağlıdır. Restorasyon açısından bitim ve cila prosedürü gerektiren çok sayıda klinik tablo söz konusudur (4,5).

1. BİTİM VE CİLA UYGULAMA SEBEPLERİ NELERDİR?

- Dişin doğal anatomik sınırlarını sağlamak ve restorasyonun bitim kenarlarını düzeltmek,
- Uyumsuz ve doğal olmayan kontaklardan dolayı ortaya çıkabilecek kırılma riskini minimuma indirgemek,
- Yüzeydeki kusurlu alanları azaltarak restorasyonun doğal devamlılığını sağlamak,
- Pürüzsüz bir yüzey elde ederek, yüzeydeki plak kontrolünün sağlanmasını kolaylaştırmak

- Çiğneme, öğütme ile diğer fonksiyonların işleyişini kolaylaştırmak,
- Düzenli ve doğal bir kontakt oluşturmak, diş fırçası ve ipinin tüm diş yüzeylerine kolayca ulaşımını sağlamak,
- Anatomik doğal diş formu ile uyumlu restorasyon temas noktaları oluşturmak, komşu diş ve karşıt dişlerde normalden daha az aşınma sağlamak,
- Restorasyonların daha doğal, ideal ve estetik olmasını sağlamak,
- Oksijen inhibisyon tabakasını elimine etmek (6).

Diş hekimliğinde kompozit restorasyonlarda sıkça kullanılan kompozitler; doğala yakın estetik sonuçlar elde edilebilmesi, kolay kullanıma sahip olması, ağız ortamında uzun ömürlü olmaları ve stabilitelerini koruyabilmeleri açısından oldukça fazla tercih edilirler. Bu sebeplerle kompozit materyallerin yüzey direnci, sertlik, estetik ve çözünürlük gibi mekanik performanslarının da yüksek olması beklenir. İdeal kompozit materyallerde aranan bu kriterler kompozitin içeriğine, doldurucu partikül hacmine ve miktarına bağlıdır (7).

Pürüzlülük, restorasyonlarda estetik görüntü ile renklenme üzerinde kritik bir öneme sahiptir. Pürüzlü yüzeylerin bakteri tutulumunu da destekleyerek daha kolay plak birikimi ve böylece çürük ve periodontal sorunların gelişmesine sebebiyet verir (8).

Bitim ve cila işlemleri kolaylıkla yenilenebilir olmalıdır. Daha az aşamalı, daha düşük maliyetli ve daha az materyal kullanımı tercih edilmelidir. Bununla birlikte; işlem yeterli sabır ve zaman gerektirmektedir (9).

Bitim işlemi genelde, tamamlanan restorasyonun doğal anatomik yapıya bağlı kalarak, kalın restorasyon kontürleri, istenmeyen fazlalık alanların düzenlenerek oklüzal anatominin fonksiyonel oklüzyon formuna uygun hale getirilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bitim aşamasında primer morfolojik özellikler ve embrasür yapısı düzenlenir. Cila aşamasında ise anatomik morfolojisi sağlanan restorasyon yüzeyi korunarak, pürüzsüzleştirilmesinin ardından parlatılmasıdır. Kompozit rezin restorasyonların yüzey pürüzlülüğü, rezin içeren materyalin tip ve özelliklerine bağlıdır. Başarı ile tamamlanmış bir bitim ve cila protokolü ile bu pürüzlülük minimuma indirilebilmektedir (10).

Bitim ve cila aşaması için rutinde kullanılan materyaller: 4-30 bıçaklı tungsten karbid frez cila diskleri ve spiralleri, elmas frez, 8-45μm aşındırıcılığa sahip alüminyum oksit ya da elmas partikülü emdirilen cila lastikleri sayılabilir (10,11). Bu materyaller, farklı gren aralığı ve aşındırıcılıkta olan alt sınıflara sahiptir. Her bir grup kendi içerisinde ve uygulanan kompozit rezin materyaline göre farklı etkinliklerde olmaktadır (11). Bu sebeple, bitim ve cila aşamalarının doğru enstrüman ve doğru yaklaşım ile uygulanması, klinik pratiği ve performansı açısından kritik öneme sahiptir (12).

Bitim ve setleri beraberinde verilen prospektüsler dikkatle okunmalı ve uygulama aşamasında üretici firma talimatları dikkatle ele alınmalıdır. Bu materyallerden bazılarının hızlı sonuç vermesine rağmen bazıları hekimi daha yavaş sonuca ulaştırmaktadır. Yavaş sonuç veren sistemlerin uygulanması daha uzun sürdüğü için pulpada ısısal artış ve takiben de postoperatif

hassiyet yaratma olasılığı daha fazladır. Bu sebeple; uygulama sırasında hızlı etkiye sahip elmas, alüminyum partikül içeren spiral cila materyalleri geliştirilmiştir. Bu cila sistemleri sıklıkla; farklı 2 gren kalınlığına sahip setlerden oluşur. Yüzeyin etkili cilalanması açısından etkili olurlar (13, 14). Bu aşamalarda setlerin doğru uygulanmadığı takdirde restorasyon kenar hattında açıklık, sekonder çürük oluşma olasılığı, mikrosızıntı, ve yüzeyde renk değişikliği artışı, materyalde aşınma direncinin azalma, plak birikiminde artış gibi sebeplerden dolayı periodontal enflamasyon gelişir ve hasta konforsuz bir takip süreci yaşar (15, 16).

1.1 Restorasyonlarda Bitim Aşamalarını Etkileyen Etkenler

1.1.1.Bitim aşamasında kullanılan aletinin şekli

Bu uygulama aşamasında; kole bölgelerinde yer alan kompozit rezin artıklarını temizlemek amacıyla ince uçlu frez ve on iki no'lu bisturi ucu kullanılmalıdır. Bukkal yüzeylerde ise; alev uçlu, kole bölgesinde kullanılanlara nazaran daha kalın frezler tercih edilebilmektedir. Palatinal bölgede, dişin doğal anatomik formu sebebiyle lobut frez kullanımı daha uygun seçenek olacaktır. Fırça yardımıyla, konik-ters konik şekilli lastiklerle; parlatıcı patlar beraber kullanılabilmektedir.

1.1.2.Bitim aşamasında kullanılan aletin yüzey özellikleri

Bıçak aralıkları geniş olan karbid frezler, kompozit restorasyon yüzeylerinde aşındırma sırasında elmas frezlere nazaran daha çok materyal uzaklaştırırlar. Özellikle mikrofil doldurucu kompozit rezinlerde restorasyon yüzeyinde bozulma ve çatlak oluşumuna sebep olabilir. Bu nedenle; daha hacimli doldurucu partiküllere sahip kompozitlerde elmas frez seçeneği

daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu bilgiden hareketle alet seçiminde kompozit rezinin tip ve boyutunun önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dört bileşenli aşındırıcı disk ve zımpara sistemi ile tamamlanan bitim ve cila aşaması, elmas ya da karbit özellikli frez ile kompozit rezin yüzeye kontur sağlama işlemini tartışmaya açmıştır. Aşındırıcı disk ve cila sistemlerinin kullanılmasıyla uzun klinik ömre ve oldukça pürüzsüz yüzey sağlanabilir.

1.1.3.Restorasyonun yüzey özellikleri

Bitim işlemlerinin odak noktası; restorasyona ait yüzeyin doğal komşu ya da karşıt arktaki dişlerin yüzey özelliklerine benzeyen ve o yüzeylerle uyumlu olmasının sağlanmasıdır. Kontakt halindeki omşu dişleri de içeren bir bölgede restorasyon yapılacaksa, klinisyen yüzey özelliklerini sağlamakta daha özgürdür. Genç dişlerde hafif oluklar işlenmesi doğal anatomik sınırlar içerisinde hekimin yapabileceği küçük dokunuşlara örnek verilebilir. Sığ oluk işlenmesi; bukkal yüzeyde ışık kırılımına ve optik özelliklerin iyileştirilmesine büyük katkı sağlamasına rağmen; bu olukların çok belirgin hale getirilmesi doğal görünümden uzaklaşmak gibi sonuçlar doğurabilir. Kompozit rezin restorasyonlarda; kırmızı veya mavi bantlı elmas frezlerle yüzey anatomisi oluşturulabildiği gibi; 16 ya da 30 bıçaklı karbit frezler kullanılarak da doğal diş anatomisi oluşturulabilir. Bu noktada, cila işlemin kritik önemini vurgulamak şarttır. Çünkü; kalın gren içerikli diskler ile uzun işlem yapıldığı durumlarda ince grenli diskin sırası geldiğinde restorasyon yüzeyi tamamen düzleşmiş olabilir. Yüzey özelliklerini nasıl doğal işlenebileceği bitim ve cila işleminden önce bir kurşun kalem yardımıyla belirlenerek referans elde edilirken; takiben hangi bölgeden ne kadar aşındıracağı konusunda klinisyene rehber olur. Aşındırıcı disk setlerine bir alternatif olması açısından sert aşındırıcı özellikte lastikler kullanılabilir.

1.1.4. Bitim ve cilada işlem akışı

Restorasyon işleminden önce başlangıç yüzey özellikleri, tip ve kalınlığı dikkatlice incelenmelidir. Restorasyonun bitim aşamasında yüzeyden bir miktar uzaklaştırılacağı için bu kaybı tolere edebilecek miktarda restoratif materyal uygulanmalıdır. Bu fazladan materyal yerleştirme sayesinde, yüzeyde istenen doğal şekli elde etmek amacıyla aşındırma yapılabilmesi mümkün olacaktır. Restorasyonun birden fazla renk tabakasından oluştuğu vakalarda ise kullanılan kompozit rezin kalınlığını doğru hesaplamak optik özellikleri açısından kritik öneme sahiptir. Bu maskeleme ve ton ayarlama aşamasına dikkat edilmezse; belirli alanlardan daha çok kompozit rezin kaldırılması sonucu renk uyumu bozulacaktır (9).

1.2. İdeal Bitim ve Cila Sağlanan Restorasyonda olması Gereken Özellikler:

- Bakteri plak tutulumunu engelleyebilmek için pürüzsüz olmalı,
- Restorasyon yüzeyi, komşu veya karşıt arktaki doğal dişlerin anatomisine uygun işlenmiş olmalı,
- Renk değişikliğine sebep olmamak için parlaklık ve pürüzsüzlük net şekilde sağlanmış olmalı,
- Restorasyon kenarları dişin doğal anatomisine uygun işenmeli ve taşkın restorasyon alanları elimine edilmiş olmalı,
- Fizyolojik özellikleri doğal dişlerle benzer işlenmiş olmalı,
- Bitim frezlerinin oluşturduğu izlerin elimine edildiği bir yüzeye sahip olmalıdır.

2. BİTİM VE CİLA İŞLEMİNİN PROSEDÜRLERİ NELERDİR?

Restorasyonun tüm dış hatlarına uygulanan bitim ve cila işlemlerinin literatürde kavramsal karşılığı farklıdır. Bitim; restorasyonun doğal morfolojisine uygun şekillendirilmesi, final formunun verilmesi veya pürüzsüzleştirilmesi olarak tanımlanırken; cila işlemi ise, yüzeye parlaklık kazandırmak olarak özetlenmektedir hale getirilmesidir (17). Daha detaylı anlamı ile bitim; restorasyonun kenar düzensizliklerini gidererek, anatomik diş konturları verilen, yüzey pürüzlülüğünü gidererek kenar uyumlarını sağlanan aşamadır. Marjinal uyum, diş ve restorasyonun birleşimindeki fazla restoratif materyalin dokudan uzaklaştırılmasıdır. Düzgün, uniform ve adaptasyonu iyi olan marjinler elde etmek amacıyla birden çok bitim tekniği içermektedir. Yapılan direkt restorasyonların ömrü açısından preparasyon bitim çizgileri, kritik öneme sahiptir. Polimerizasyon büzülmesinin neden olduğu stresler, çiğnemenin yarattığı mekanik yorgunluk, termal ekpansiyon ve kontraksiyon döngüleri restorasyonda marjinal bölgelere iletilmektedir. Buradan hareketle elde edilen birleşim bölgesi doğal dişlerin anatomik özelliklerini barındırmalıdır. Cila kavramı ise, restorasyon yüzeyinden ince çizgilerin uzaklaştırılarak pürüzsüzlük ve ışığı yansıtan parlaklık elde etmek için yapılan aşamadır (18).

Pürüzlülük birim olarak mikron veya grit (gren) cinsinden ölçülmektedir. 1 μm küçük veya 600 gren'den büyük değerleri olan yüzeyler doğal mine olarak kabul edilmiştir. Genelde keskin enstrümanlar mikron kalınlığı bazında, cila aletleri gren kalınlığı bazında değerlendirilir. 300'den küçük grenli cila enstrümanları kalın (*coarse*) sayılırken; 300-600 arası orta (*intermediate*); 600-

1200 arası ince (*fine*) olarak sayılmaktadır. İnce grenli olanlar bitimde ihtiyaç duyulan pürüzsüzlük eldesinde yeterlidir (19,20).

2.1. Kaba Bitirme

Bu aşama, istenen doğal morfolojik özellikleri elde etmek amacıyla uygulanmaktadır. Kaba fazlalıklar uzaklaştırılarak anatomik form kabaca elde edilmektedir. Bu aşamada, restorasyon materyalini etkili bir biçimde kaldırabilmek amacıyla 100 μm veya 100 μm'den kalın grene sahip abrazivler kullanılması gerekmektedir. Tungsten karbit frezler, elmas frezler ve abraziv bitim diskler bu amaçla kullanılabilecek alternatiflerdendir (21).

2.2. Kontur Verme

Restorasyonun diş doğal morfolojik yapısına uygun olarak final formunun verilmesidir. Yüzey üzerinde oluşturulan fizyolojik gelişim olukları, işlenen tüberkül şekilleri, fissürler gibi makro morfolojik özellikler ve ayrıntıların uyumlu şekilde aktarılması sağlanır. Bu aşama sırasında; kompozit disk, kalın grenle sahip kompozit lastikler veya tungsten karbit yapıda frezler kullanılabilir.

2.3. İnce Bitirme

Başlangıç cila işlemi olarak da bilinen bu aşamada; kaba bitirmede kullanılan kalın grenli materyallerin yüzeyde sebep olduğu pürüzlülük ve çiziklerin uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, restorasyona ait kenarlar yuvarlatılmaktadır. Horizontal çizgiler veya perikimati gibi küçük noktasal anatomik oluşumların yüzey karakteristiği taklit edilebilir. Bu sebeple diskler, abraziv içeren enstrümanlar, ince elmas frez veya çok yivli bitirme frezler kullanılır. Kullanılabilecek abraziv materyallerinin 100 μm'den ince 15-20 μm'den kalın olması gerekmektedir (22).

2.4. Son Polisaj İşlemi (Cila)

Optik özellikleri ile ışığı yansıtan mine benzeri pürüzlülüğü yüksek oranda azaltılmış yüzeyin elde edilmesi işlemi olarak tanımlanır. Bu aşamada ince grenli ve abraziv özelliği az materyaller tercih edilir. İlave olarak polisaj patları da kullanılabilmektedir (4,13). İnce ve çok ince grenli abraziv diskler kullanılırken; 0,3-20 μm arası boyutta abraziv partiküllü cila patları da kullanılabilmektedir (6,21).

Bitim ve cila aşamasında kullanılan materyallerin performansını etkileyen çeşitli değişkenler mevcuttur. Bu değişkenler;

- Restorasyon materyalinin fiziksel ve yapısal özellikleri (kompozit rezin, porselen, kompomer, amalgam, zirkonyum, cam iyonomer, vs.),
- Bitim ve cila aşamasında kullanılan materyalin fleksibilitesi (elastik/ rijit) ve şekli (disk, konik vs.),
- Bitim ve cila enstrümanında yer alan abraziv partiküllerin sertlik, boyut, şekil ve sayısı,
- Restorasyonun yüzey karakteristiği (komşu ya da karşıt diş yüzeyleri ile olan uyumu),
- Bitim ve cila sistemlerindeki aşındırıcı partiküller ile restorasyonda kullanılan materyal arasındaki yapısal sertlik farkı,
- Bitirme ve polisaj sistemlerinin uygulanması sırasında lubrikasyon kullanımı (su, gliserol, vs.),
- Bitim ve cila sistemlerinin kullanımı sırasında uygulanan basınç ve hız şeklinde sıralanabilmektedir (23).

Tablo 1. Doğal diş dokuları ve materyallere ait Mohs sertlik skalası değerleri (19).

Aşındırıcı Partikül	Sertlik(Mohs sertlik skalası)	Aşındırıcı partikül içeren materyaller
Elmas	10	Elmas frezler, lastikler, cila patları
Silikon karbit	9-10	Silikon karbit ile kaplanmış cila diskleri
Alüminyum oksit	9	Beyaz taşlar, lastikler,cila diski, cila patları
Tungsten karbit	9	Tungsten karbit frez
Zirkonyum silikat	7-7,5	Profilaksi patı
Kompozit rezin	5-7	Restorasyon materyali
Mine	5	Doğal diş dokusu
Dentin	3-4	Doğal diş dokusu

3. BİTİM VE CİLA İŞLEMLERİNİN ALETLERİ KAÇA AYRILIR?

Restorasyonun tamamlanmasının ardından bitim ve cila işlemlerinde kullanılan enstrümanlar fiziksel özellik ve içerik bakımından çeşitlilik göstermektedir.

3.1. Keskin Aletler

Kole bölgelerinde bisturi benzeri keskin aletler bitim aşamalarında sıklıkla tercih edilir. Bununla birlikte; elmas ve karbit frezleri bu başlık altında değerlendirilebilir.

3.2. Aşındırıcı Bitim ve Cila Enstrümanları

3.2.1. Bağlı Aşındırıcılar

Esnek/esnek olmayan yüzeye abraziv parçacıkların homojen olarak yerleştirilmesi sonucunda oluşur. Bu aşındırıcılara sivri uçlu ya da mermi şekilli beyaz taş frez örnek olarak gösterilebilir (19).

3.2.2. Zayıf Bağlı Aşındırıcılar

Küçük grene sahip alüminyumoksit partikülden ya da elmas partikülden oluşan bu tip aşındırıcılara cila patları örnek verilebilir. Lastik ya da keçe gibi yardımcı aletler ile birlikte kullanılarak parlaklık sağlarlar. 0,3-1 μm arası boyutta alüminyumoksit grenliler genelde kompozit restorasyonların bitim basamağında kullanılmaktadır. Elmas içerenler ise; prova yapılırken deforme olan porselenlerin son cila aşamasında kullanılmaktadır (19).

3.2.3. Kaplı Aşındırıcılar

Sıklıkla kliniklerde kullanılan abraziv disklerdir. Silikon karbitten oluşabileceği gibi alüminyum oksitten de oluşabilen abraziv grenlerin esnek bir zemine yapıştırılması prensibi ile üretilir (21). Üretici firmaya bağlı olarak dairesel şekilli olan zeminin bir ya da iki yüzeyi abraziv grenlerle kaplanabilir.

4. BİTİM VE CİLA AMACIYLA KULLANILAN AŞINDIRICI TİPLER VE BİLEŞENLERİ

4.1. Alüminyumoksit

Şerit, kâğıt veya polimer disklere bağlanarak kullanılabileceği gibi sivri uca sahip dairesel lastiklere emdirilerek de kullanılabilir. Bununla birlikte; fırınlanan beyaz taşlarda ya da

cila patı içeriklerine eklenerek de kullanılabilirler. Seçilen gren boyutuna göre bitim ya da cila basamağında kullanılabilir (24).

4.2. Silikon dioksit

Alüminyumoksite nazaran soft materyal olduğundan perfomansı ona nazaran düşüktür. Genellikle; koni şekilli uca doğru incelen lastik şeklinde üretilirler.

4.3. Zirkonyum oksit

Turlu aletler yardımıyla uygulanan elastik bitim ve cila enstrümanlarında zirkonyum oksit tercih edilmektedir.

4.4. Zirkonyum silikat

Partikül boyuları daha küçük ve sert olan bir aşındırıcı tipidir.

4.5. Elmas aşındırıcılar

En sert yapıdaki madde olarak bilinen elmas; güçlü etkiye sahip etkili bir abraziv türüdür. Seramik ve kompozit restorasyonların şekil verme ve pürüzsüzlük aşamasında kullanılır. İşlem sırasında ısı oluşumuna sebep olduklarından su soğutması ile çalışılmalıdır. Ayrıca; dişin sert dokularına hasar verme olasılığından düşük turlu kullanılması önerilir. Frezlere ek olarak diğer cila enstrümanlarının da içeriğinde bulunabilir.

4.6. Karbit bileşikleri

Tungsten, bor ve silikon bileşiklerini içerir. Çok bıçaklı bitim frezlerinin abraziv alanları tungsten partiküllerinden oluşmuştur. Silikon ile bor parçacıklara; bir bağlayıcı yardımı ile küresel, sivri, disk, konik ve disk şeklindeki lastiklere eklenerek düşük hızlı döner aletler yardımıyla kullanılır.

5. KOMPOZİT RESTORASYONLARIN BİTİM VE CİLA İŞLEMLERİNDE KULLANILAN ENSTRÜMANLAR

5.1. BİTİM FREZLERİ

5.1.1. Elmas Bitim Frezleri

Kompozit restorasyonların anatomik diş konturlarına uyumu ve yüzey pürüzsüzlüğü için kullanılmaktadır. Çalışma prensibi, karbid frezden farklı olarak; keskin bıçakları değil, aşındırıcı grenleri esas almaktadır. Elmas aşındırıcıların klinik etkinliği, elmas grenlerin boyut, sıklıkları ile kullanılan döner aletin hızı ve basıncına bağlıdır (24). Yüksek hızda dönen aletler ve su soğutması desteğiyle kullanılmaktadır. Kullanımı sırasında, öncelikle ince grenli (kırmızı bantlı) ve takiben ekstra ince grenli elmas frezler (sarı bantlı) sırayla uygulanmaktadır. Kullanımı sonucu; restorasyon yüzeyinde pürüzlülük oluşturmaktadır. Bu sebeple, işlemin ardından ince bitim ve cila işlemleri de uygulanmaktadır (19).

İçerdiğin partikül bpyuyu büyük olan kompozit rezin materyallerde; elmas frez tercihi daha uygundur. Yani alet tercihinde kompozit rezin tipi ve partikül boyutu önemlidir (Tablo 2).

Tablo 2. Elmas frez tipleri ve gren boyutları (19).

Frez Tipi	Grup ismi	Gren boyutu
Sarı	Super Fine	30
Kırımız	Fine	50
Mavi	Medium	107-120
Yeşil	Coarse	150-180
Siyah	Super Coarse	180-250

5.1.2. Tungsten Karbid Frezler

Oldukça sert yapıya sahip bir metal grubu olan tungsten karbitden üretilen frez çeşididir. Keskinliğini kaybetmeden ve körelmeden pek çok sefer kullanılabilen bir gruptur. Bu grup frezlerin piyasada 12/20/40 bıçaklı alternatifleri mevcuttur. Bıçak sayısındaki azalma kesme etkinliğinin arttığını gösterir. Aşındırma performansı, elmas frezlere oranla daha düşük olduğu için bitim aşamasında elmas frezlerin sebep olduğu yüzey pürüzlülüğünün düzenlenmesinde kullanılır (21).

5.1.3. Dental Taşlar

Abraziv partiküllerin sinterize edilmesiyle oluşturulan bu taşların renkk çeşitliliği içerdiği partikül özellikleri hakkında bilgi verir. Rengi yeşil olan grup; silikon karbid ve rengi beyaz olan grup ise alüminyumoksit içeriklidir. Kompozit rezin restorasyonlarda bitim ve kontur safhalarında tercih edilir. Aşındırma performansı elmas frezlere oranla daha düşüktür (21).

5.2. Bitim /Cila Diskleri Ve Stripler

İnce bir plastik ya da polimer zeminde aşındırıcı partikül bağlanması ile disk ve stripler elde edilir. Tek kullanımlık olan bu sistemler; kullanıcı tercihine göre düz ve konveks yüzeye sahip olabilir. Ön grup dişlerde kesici kenar ve komşu dişlerle kontakt alanlarındaki fazlalıkları uzaklaştırma aşamasında tercih edilir. Bununla birlikte; arka grup dişlerin restorasyonlarında bukkal ve palatinal alanda, oklüzal yüzeyde kullanımı kısıtlıdır (21,25). Kompozit rezin restorasyonlarda inceltme aşamasında, konturlama, bitim ve cila safhalarında kullanılır. Sıklıkla aşındırıcı içeriği, alüminyumoksit ya da silikon karbitdir. Kalın grenlen ince grene doğru (koyu renkten açık renge) kullanılması gereken bir akış sırasına sahiptir.

5.3. Lastik Frezler

İnce/süper ince grenli partiküllerin, elastik bir matrikse eklenmesiyle oluşan bu grupta; aşındırıcı olarak alüminyumoksit, silikon karbid, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksit kullanılmaktadır. Fiziksel yapısı, çabuk aşınmaya müsaittir. Elmas bitim frezlerini takiben kullanılması önerilir. Beraberinde aluminyumoksit içeren polisaj patları kullanılabilir. Disklerin aksine ön bölge dişlerin palatinal ve arka grup dişlerin okluzal yüzlerinde kullanımı oldukça rahattır. Dişlerin anatomik fossa ve fissürlerine olan ulaşımı kolaydır. Firmalarca çoklu şekil ve boyutlarda, farklı sertlik derecesine sahip setler üretilmektedir. Steril edilip klinikte tekrar kullanılabilir (19). Düşük turda, 5.000-10.000 rpm hız ve su soğutması şartlarında düşük basınç ile çalışılmalıdır. Elmas özellikteki lastik frezler çalışma sırasında ısı artışına sebep olduğundan dikkat gerektirmektedir. Başlangıç bitim ve anatomik morfoloji işleme aşamaları için alümin-yumoksit içeren bitim lastikler ve öncül cila işlemlerinde silikon ya da elmas içeren lastik kullanımı önerilir (19).

5.4. Fırça Ve Keçe Sistemleri

Ulaşılması güç anatomik yapılardan fissür, oluk ve temas noktalarına rahat ulaşabilmek için tasarlanmıştır. Abraziv materyal emdirilen cila fırçaları farklı şekillerde (sivri uç/bardak) üretilen cila enstrümanlarıdır. Piyasada farklı çeşit ve içeriğe sahip cila fırça alternatifi bulunabilmektedir (19). Ergücü ve Türkün, yaptıkları çalışmada tek kullanılan silikon karbit emdirilen cila fırçası etkinliğinin bitim ve cila aşamasında yetersiz olduğunu; tam pürüzsüzlük elde edebilmek amacıyla ek materyallerin kullanımına gerek görmüştür (22). Literatürde yapılan araştırmalar; aluminyumoksit emdirilen fırçalar ile, lastik veya elmas cila disklerine benzer yüzey pürüzlülüğü sağladığı sonucuna ulaşmıştır (26).

5.5. Cila Patları

Submikron boyutlarda alüminyumoksit ya da elmas partikül içerikli gliserin bazlı cila materyallerindendir. Alüminyumoksit içeren pat grubu 1 µm veya 1 µm'den daha küçük partiküllere sahip iken; elmas içeren pat grubu 1-10 µm arası değişkenlik gösteren partiküllerden oluşmaktadır. Alüminyumoksit içeren patlar sıklıkla kompozit restorasyon bitim ve cilası için kullanılmaktadır. Elmas içeren patlar prova aşamasında yapısı hasar gören porselen materyalin son cila işlemi için kullanılmaktadır (19). Cila patları, abraziv içermeyen enstrümanlar yardımıyla yüzeye uygulanmaktadır. Susuz ve kuru ortamda ya da su ile kullanımı olmak üzere iki çeşit teknik ile uygulanabilmektedir. Susuz şekilde uygulandığında, cila öncesi agresif bir abrazyon sağlanırken; su ile kullanımı ise daha ince yüzey aşındırması ve yüksek parlaklık sağlanmaktadır (19, 21).

5.6. Yüzey Cilaları (Yüzey Örtücü Rezinler/Glaze)

Düşük vizkoziteli ve ışıkla sertleşen akıcı rezin yapıya sahip olan yüzey cilalarının birçoğu doldurucu içermeyen yapıdadır. Yüksek moleküllü monomerler aktif bir çözücüde yer alırlar. Polimer yapıya, düşük moleküllü monomerlerin (TEGDMA ve THFMA) katılmasıyla ıslatabilme etkinliğini arttırmaktadır. Böylece, kompozit restorasyonun yüzeyinde yer alan porözitelerin içerisine kolay ve hızlıca infiltre olabilmektedir. Polimerizasyon esnasında, restorasyon yüzeyi pürüzsüz ve parlak görünüme sahiptir (27). Kompozit rezin restorasyon yüzeyinde yer alan serbest radikalleri bağlar ve bu sayede oksijen inhibisyon tabakası elimine edilmiş olur, yüzey sertliğinde artış meydana gelir. Renk değişikliği, plak retansiyonu, postoperatif ağrı ve mikrosızıntı engellenmektedir (17). Üretici firmanın talimatları doğrultusunda, restorasyondan mineye doğru 0.5-1 mm'lik bölge asitle pürüzlendirilir. Bu

aşamada, asit olarak fosforik asit ya da zayıf asitler tercih edilir. Böylece restorasyon yüzeyinden uzaklaştırılan artıkların ardından temiz bir yüzey elde edilmiş olur. Takiben restorasyonun pürüzlendirilen bölgelerine yüzey cilasıuygulanır ve ışıkla polimerizasyon sağlanır (6). Etanol içerikli olan cila patlarında fazla etanolün uzaklaştırılması ve yüzey kuruluğu için 20-30 sn beklenmesi tavsiye edilir.

Yüzey cilaları, zamanla (3-6 ay) yüzeyden uzaklaşarak restorasyonun yüzey aşınma direnci azaltır. Böylece; parlaklıkta azalma ve restorasyonda renk değişikliği meydana gelir. Bu sorunların önüne geçebilmek adına; son dönemde yapısına nanofil doldurucular ilave edilmektedir.

6. BİTİM VE CİLA PROSEÜRLERİ HAKKINDA YAPILAN GÜNCEL ÇAŞILMALAR HAKKINDA LİTERATÜR TARAMASI

Kemaloğlu ve ark., yaptıkları çalışmada Enamel Plus Shiny, Twist Dia, Venus Supra, One-gloss, Super-Snap, Sof-Lex Wheels, Enhance/PoGo ve Clearfil gibi tek-çok aşamalı bitim ve cila seçeneklerinin nanohibrit kompozit pürüzlülüğü üzerindeki performanslarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; iki aşamalı sistemlerin, çok aşamalı sistemlere benzer etkinliğe sahip olduğu rapor edilmiştir (28).

Karbit frez, alüminyumoksit içeren çok aşamalı sistem (Super-Snap), sarı bantlı elmas frez ve elmas içeren tek aşamalı sistem (CompoMaster) ile bitim ve cila sonrası bulk-fill kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü inceleyen bir başka çalışmada; elmas frezlerin, karbit freze oranla daha fazla pürüzlülüğe sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte; her iki frez ile bitim sonrası çok aşamalı sistemlerin

uygulanması, tek aşamalı sistem uygulanmasına nazaran daha yüksek pürüzlülüğüne sebep olmuştur (29).

Kurt ve ark., alüminyumoksit disk uygulamasının ardından farklı içerikli pat (DiaPolisher/elmas ve Enhance Polishing System, Prisma Gloss/alüminyumoksit) ve silikon karbit içerikli pat emdirilen fırça (Occlubrush) ile cilanın kompozit yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında; elmas içeren pat kullanımının diğer patlara oranla daha pürüzsüz yüzey oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır (30).

Termal yaşlandırma önc ve sonrası Clear-Fil Twist Dia (Kuraray), Occlubrush (Kerr), SofLex disk (3M ESPE), Soflex Spiral Finishing and Polishing Wheels (3M ESPE), nanokompozitler üzerindeki pürüzlülüğe etkisinin incelendiği bir araştırmada; yaşlandırma önce ve sonrasında, Occlubrush uygulamanın diğer sistemlere nazaran daha fazla pürüzlülüğüne sebep olduğu belirtilmiştir (13).

Oglakci ve ark., yaptıkları bir araştırmada nanokompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ile tek ve çok aşamalı cila sistemlerinin (Opti1step, Clearfil TwistDia ve Sof- Lex XT Pop-on) arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda, nanohibrit ve nanoseramik kompozit rezinlerin çok aşamalı sistemler ile tek aşamalılara oranla daha az pürüzlülük oluştuğu bildirilmiştir (31).

Rizzante ve ark., mikrohibrit kompozitlerde yüzey cilalarının (Fortify, Last Touch, BisCover ve Fill Glaze) mikrohibit pürüzlülük üzerine olan etkisini inceledikleri araştırmalarında, BisCover Fill Glaze kullanımından sonra elde edilen pürüzlülük değerlerinin diğerlerine oranla çok daha düşük olduğu sonucuna ulaşmılardır (32).

Farklı bitim ve cila sistemlerinin (Astropol, HiLuster Plus, D¤Fine, Diacomp, ET Il-lustra, Sof-Lex Wheels, Sof-Lex XT discs, Super-Snap, Enhance/Pogo, Optrapol, OneGloss and Composi- ProBrush) nanohibrit, mikrofil ve nanofil kompozitlerin pürüzsüzlük performası kıyaslanan bir çalışmada çok aşamalı sistemlerin tek aşamalılara nazaran daha iyi yüzey özelliği gösterdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte; elmas içeren sistemlerin daha az pürüzlülük oluşturduğu rapor edilmiştir (33).

Yüksek dolduruculu akışkan kompozitlerin farklı cila sistemleri karşısındaki yüzey pürüzlülüğüne bakılan 2024 tarihli başka bir güncel çalışmada; Twist Dia kullanılan gruplarda parlaklık farkı anlamlı olmazken; Nova Twist gruplardan Clearfil Majesty ES Flow diğerlerin parlak yüzeyler olduğu tespit edildi (34).

Korkut ve ark yaptığı çalışmada ise; elmas partiküllü, çift aşamalı, spiral sistemler Twist Dia ve Soflex Spiral, kompozit cilalanmasında, diğer materyallere oranla daha avantajlı, daha güçlü ve etkili olduğu bildirilmiştir (12).

Daud ve ark., mikrofil ve nanofil kompozitlerin, tungsten karbit frez ve sarı bantlı elmas frez bitim ve tek (Enhance Pogo) ve çok aşamalı (Sof- Lex) cila sistemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemişlerdir. Elmas bitim frezleri ile; tugsten karbit frezlere nazaran daha yüksek pürüzlülük elde edilmiştir (35).

Sonkaya ve ark.'ın yaptığı ve farklı cila sistemlerinin yüzey pürüzlülük değerlerini güncel kompozitlerde karşılaş-tırılmasını konu alan güncel bir araştırmada cila sistemlerinin karşılaştırılmasında pürüzlülük açısından CreamX Spectra kompozitinin Ctwist ve Softlex arasında fark görünmezken, Filtek Ultimate ve Dolgunn kompoziti Ctwist diskiyle, G-Aenial

kompoziti Softlex diski ile cila işlemleri uygulandığında daha az pürüzlülük değerleri elde edildiğini bildirmiştir (35).

7. SONUÇ

Değişen dünya ve sosyal medyanın etkisiyle estetik görünüm kaygısı ve kusursuzu talep etme oranı toplumda artış göstermektedir. Estetiş diş hekimliği ve gülüş tasarımının en önemli uygulayıcısı olan restoratif diş hekimliği branşı, hastaların talep ettiği doğal ve estetik görünümü sağlayabilmek adına bitim ve cila sistemleri üzerine de sıklıkla çalışmaktadır. Bu enstrümanların geliştirilmesiyle; tedaviyi takiben olabilecek komplikasyonların ve problemlerin minimalize edilmesi amaçlanmaktadır. Bu sistemlerin, her geçen gün daha da geliştirilmesi yapılan çalışmalar ve güçlendirilen literatür ile mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Altun C. [The last improvements in composites]. Gülhane Med J. 2005;47(1):77-82.)

Deljoo z, Sadeghi M, Azar MR, Bagheri R. The Effect of Different Polishing Methods and Storage Media on Discoloration of Resin Composites. J Dent Biomater. 2016;3(2):226-32. [PubMed] [PMC]).

Oğlakçı, B., & Yamanel, K. (2023). Güncel Kompozit Bitirme ve Polisaj Sistemleri. *Turkiye Klinikleri Restorative Dentistry-Special Topics*, *9*(1), 22-29.

Kisbet, S., (2012). Süt molar dişlere üç farklı akışkan kompozit materyalinin uygulanması sonrası polisajlama ve yüzey koruyucu işlemlerinin etkinliğinin in vitro olarak *değerlendirilmesi.* Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Danışman: Prof. Dr. Ayşegül Ölmez).

Bagby, M. & Gladwin, M. (2009). Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases. Wolters Kluwer business.3th Edition, 481.

Dokumacıgil G, Atali PY, Korkut B, Tarçın B. (2023). Güncel Diş Hekimliği Araştırmaları.Chapter4, İksad Yayınevi, p:91-130

Biradar, B., Biradar, S., & Ms, A. (2012). Evaluation of the effect of water on three different light cured composite restorative materials stored in water: An in vitro study. *International Journal of Dentistry*, *2012*(1), 640942.

Cao L, Zhao X, Gong X, Zhao S. An in vitro investigation of wear resistance and hardness of composite resins. Int J Clin Exp Med 2013;6:423-30.

Tuna, A. (2011). *İki farklı polisaj disk sisteminin nanopartiküllü dental kompozit dolgu materyallerinin yüzey özellikleri üzerindeki etkileri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Sadeghi, M., Deljoo, Z., & Bagheri, R. (2016). The influence of surface polish and beverages on the roughness of nanohybrid and microhybri resin composite. *Journal of Dental Biomaterials*, *3*(1), 177-185.

Bansal, K., Gupta, S., Nikhil, V., Jaiswal, S., Jain, A., & Aggarwal, N. (2019). Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Resin Composite and Enamel: An: In vitro: Profilometric and Scanning Electron Microscopy Study. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, *9*(3), 154-158.

Korkut, B. (2021). Cila Sistemlerinin Mikrohibrit ve Nanohibrit Rezin Kompozitlerin Renklenmesi Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. *Turkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi*, *27*(3), 451-461.

Aytac, F., Karaarslan, E. S., Agaccioglu, M., Tastan, E., Buldur, M., & Kuyucu, E. (2016). Effects of novel finishing and polishing systems on surface roughness and morphology of nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *28*(4), 247-261.

Türkün, L. Ş., & Türkün, M. (2004). Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *16*(5), 290-301.

Cenci, M. S., Venturini, D., Pereira-Cenci, T., Piva, E., & Demarco, F. F. (2008). The effect of polishing techniques and time on the surface characteristics and sealing ability of resin

composite restorations after one-year storage. *Operative dentistry*, *33*(2), 169-176.

Turssi, C.P., Ferracane, J.L & Serra, M.C. (2005) *Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures.* Dental Materials. 21(7), 641-648.

Dayangaç, B. (2011). Kompozit Restorasyonlar. Quintessence Yayıncılık,

Dietschi, D., Campnile, G. Holz, J. & Meyer, J.M. (1994). Comparison of the color stability of ten new- *generation composites: an in vitro study.* Dental Materials. 10(6), 353-362.

Jefferies, S. R. (2007). Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental Clinics of North America*, *51*(2), 379-397.

Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*, *8*(1), 27-35.

O'Brien, W. J. (2002). Dental Materials and Their Selection; Quintessence Pub. *Co: Chicago, IL, USA*, *23*.

Ergücü, Z., & Türkün, L. S. (2007). Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, *32*(2), 185-192.

Borges, A. B., Marsilio, A. L., Pagani, C., & Rodrigues, J. R. (2004). Surface roughness of packable composite resins polished with various systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *16*(1), 42-47.

Swift, E. J., Sturdevant, C. M., Roberson, T. M., & Heymann, H. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier Health Sciences.

Gedik, R., HüRMüZLü, F., Coşkun, A., BEKTAŞ, Ö. Ö., & Özdemir, A. K. (2005). Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, *136*(8), 1106-1112.

Yap, A. U., Yap, S. H., Teo, C. K., & Ng, J. J. (2004). Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, *29*, 275-279.

Bertrand, M. F., Leforestier, E., Muller, M., Lupi–Pégurier, L., & Bolla, M. (2000). Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, *53*(6), 658-663.

Kemaloglu, H., Karacolak, G., & Turkun, L. S. (2017). Can reduced-step polishers be as effective as multiple-step polishers in enhancing surface smoothness?. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *29*(1), 31-40.

Ishii, R., Takamizawa, T., Tsujimoto, A., Suzuki, S., Imai, A., Barkmeier, W. W., ... & Miyazaki, M. (2020). Effects of finishing and polishing methods on the surface roughness and surface free energy of bulk-fill resin composites. *Operative dentistry*, *45*(2), E91-E104.

Kurt, A., Cilingir, A., Bilmenoglu, C., Topcuoglu, N., & Kulekci, G. (2019). Effect of different polishing techniques for composite

resin materials on surface properties and bacterial biofilm formation. *Journal of dentistry*, *90*, 103199.

Oglakci, B., Kucukyildirim, B. O., Özduman, Z. C., & Eliguzeloglu Dalkilic, E. (2021). The effect of different polishing systems on the surface roughness of nanocomposites: contact profilometry and SEM analyses. *Operative Dentistry*, *46*(2), 173-187.

Rizzante, F. A., Bombonatti, J. S., Vasconcelos, L., Porto, T. S., Teich, S., & Mondelli, R. F. (2019). Influence of resin-coating agents on the roughness and color of composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, *122*(3), 332-e1.

St-Pierre, L., Martel, C., Crépeau, H., & Vargas, M. A. (2019). Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: polishability of composite resins. *Operative dentistry*, *44*(3), E122-E132.

Çalışkan, M. A., Değirmenci, A., Boyacıoğlu, H., & Turkun, S. (2024). Yüksek Dolduruculu Akışkan Kompozit Rezinlerin Çarklı Cila Sistemleri ile Parlatıldıktan Sonraki Yüzey Özellikleri ve Renk Değişimleri. *Selcuk Dental Journal*, *11*(2), 162-168.

Daud, A., Gray, G., Lynch, C. D., Wilson, N. H., & Blum, I. R. (2018). A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. *Journal of dentistry*, *71*, 25-30.

Sonkaya, E., Senirkentli, G. B., Turan, Y., Bek, Z., Çakmak, E., Ciftci, V., & Tirali, E. (2023). Yeni Üretilen Bir Kompozitin Mikrosertlik ve Farklı Polisaj Sistemleri Uygulanması Sonrası Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Güncel Kompozitlerle Karşılaştırılması. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, *12*(2), 204-213.

REHABILITATION OF LOWER URINARY TRACT DYSFUNCTION IN NEUROLOGICAL DISORDERS

Bengisu TÜFEKÇİ[5]

1. INTRODUCTION

Pelvic floor dysfunctions and neurogenic bladder are frequently observed in individuals with neurologic disease (Panicker, 2020). Neurogenic lower urinary tract dysfunction (NLUTD) describes lower urinary tract dysfunction due to an existing neurological disorder. The main NLUT dysfunctions and related symptoms include neurogenic detrusor overactivity, neurogenic bladder, urinary retention, painful bladder, detrusor and external sphincter dyssynergia (DSD), pelvic floor dyssynergia, anorectal incontinence, urinary incontinence, constipation and sexual function disorders. In addition, NLUTD

5 Lecturer, Ph.D. Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Gaziantep Islam Science and Technology University, bengsuu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3042-6083.

causes secondary complications including recurrent urinary tract infections, kidney stones and urethral strictures (Perez et al., 2022). As a result, patients' activities of daily living, quality of life (QoL), emotional state, self-esteem, social roles and relationships are negatively affected. In this chapter, physiotherapy and rehabilitation approaches in NLUTD will be emphasized with a current perspective.

2. NEUROGENIC LOWER URINARY TRACT DYSFUNCTION (NLUTD)

All diseases and conditions affecting the nervous system responsible for the control of the lower urinary tract (LUTS) can cause NLUTD. NLUTD is the result of a neurological disease that adversely affects bladder and sphincter activities. The term NLUTD is defined in the International Continence Society (ICS) guideline for LUTS as a lower urinary system symptom secondary to a confirmed nerve flow pathology (Wein, 2020). NLUTD covers a wide range of patients including spinal cord injuries, stroke, traumatic brain injury, brain tumor, spina bifida, multiple sclerosis, disc herniation, Parkinson's disease, diabetes mellitus, tabes dorsalis and progressive neurological damage. Normal LUTS function is ensured by the integrity of neurological function among the peripheral and central nervous system, the spinal cord and the spinal cord. The type of NLUTD is determined by the location of the lesion (suprapontine, pontine, spinal, suprasacral and subacral) and the extent of the pathology (Pelliccioni et al., 2023). There are various classification systems for NLUTD including neuro-urologic classification, neurologic classification, urodynamic classification and functional classification (Gajewski and Madersbacher, 2023). However, none of them is sufficient to explain LUTD by its nature. Madersbacher developed a simple LUTD classification system focusing on treatment outcomes. Madersbacher classification

system (Figure 1) is easy to understand, explains the nature of dysfunction and utilizes urodynamics in diagnosis. These features are its advantages over other classification systems. The Madersbacher classification system was designed by recognizing that there are significant clinical diagnostic differences between high and low detrusor pressure in the filling phase and sphincter relaxation and non-relaxation or Detrusor Sphincter Dyssynergia (DSD) in the voiding phase (Gajewski and Madersbacher, 2023). To give an example; a sphincter or DSD that fails to relax will cause high detrusor pressure in the emptying phase of miction (Stothers et al., 2016).

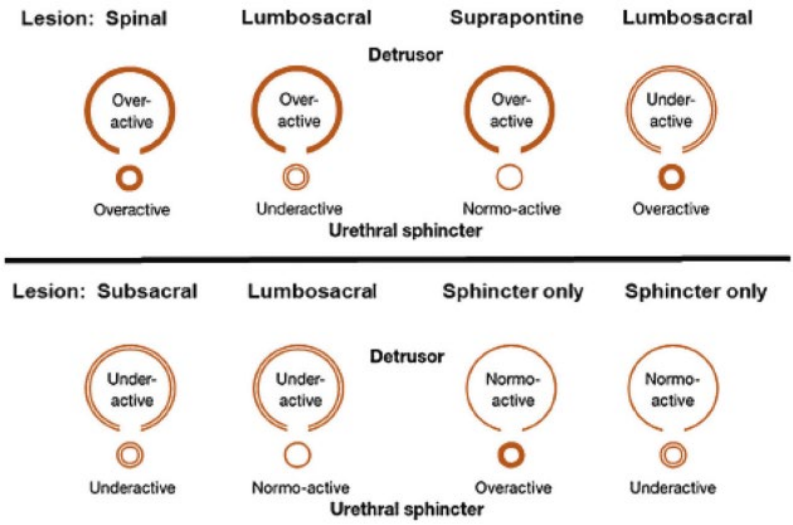


Figure 1. Madersbacher Classification System (Stothers et al., 2016).

NLUTD Symptoms

Typical NLUTD symptoms are listed below.

Filling phase of micturition

- Hyposensitivity or hypersensitivity bladder
- Vegetative sensations
- Low bladder compliance
- High capacity bladder
- Detrusor overactivity (spontaneous or provoked)
- Sphincter acontractility.

Voiding phase of micturition

- Detrusor acontractility
- Detrusor and external sphincter dyssynergia
- Non-relaxing urethra
- Non-relaxing bladder neck

Considering that LUTD may be the presenting symptoms of NLUTD, advanced neurologic evaluations need to be performed in patients presenting with these findings (Werneburg and Goldman, 2023).

3. PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION IN NEUROGENIC BLADDER DYSFUNCTION

The primary treatment goals in NLUTD are to protect the upper urinary tract, improve urinary incontinence (UI), improve quality of life, and normalize LUTS function. UI significantly impairs QoL due to its negative impact on social tasks and roles.

Regulation of conditions such as overactive or underactive detrusor in the filling phase of micturition or DSD and bladder outlet obstruction in the voiding phase is the main aim of conservative treatment approaches in NLUTD. Even if continence cannot be achieved completely, it is important to control UI at a socially acceptable level (Milton et al., 2024).

3.1. Noninvasive Conservative Treatments

Inadequate emptying of the bladder predisposes to urinary tract infections, development of high intravesical pressure during filling and increased UI (Moussa et al., 2020). There are various maneuvers that can be used to empty the bladder. These maneuvers are termed assisted bladder emptying methods. However, these methods are not recommended as the primary method for bladder emptying. Credé, Valsalva maneuver and triggered reflex voiding are examples of these. These methods may increase the already high intravesical pressure with the pressure applied to the bladder, expose the urethra to high pressure, cause herniation and hemorrhoids in the abdominal region. These methods should only be used when intravesical pressure is monitored by urodynamics and the pressure can be controlled in safe ranges (Lee et al., 2020).

Patient education, behavioral modifications (bladder training, timed voiding, changing nutritional lifestyle), pelvic floor muscle training, electrical stimulation, clean intermittent catheterization or urinary catheterization applications that can be included in the physiotherapy and rehabilitation program of patients with neurogenic bladder are indicated as safe in the guidelines (Ali et al., 2022).

Patient education is the most important step of the treatment program. The patient is informed about the status and

progression of neurologic disease and the effects of this disorder on the pelvic floor and lower urinary system (Ginsberg et al., 2021).

In bladder training and timed voiding, patients are taught bladder training and timed voiding techniques to cope with urinary incontinence. Bladder training supports the acquisition of bladder control and continence by gradually increasing the time intervals between mictions. Timed voiding is the re-education of voluntary voiding and personalized voiding habits by gaining the habit of emptying regularly according to a program determined by the clinician. In timed voiding, it is aimed to reduce frequent voiding, urgency and UI symptoms by emptying the bladder regularly according to a program. Voiding diaries are used to facilitate program follow-up in timed voiding (Milton et al., 2024; Moussa et al., 2020; Lee et al., 2020; Ali et al., 2022; Ginsberg et al., 2021; Na and Cho, 2020).

Pelvic floor muscle training (PFMT) increases the volume and endurance of the pelvic floor muscles and raises the levator plateau, thus providing support to the bladder neck and proximal urethra. It is reported in the literature that PFMT improves UI symptoms and helps continence. The techniques included in PFMT provide pelvic floor control and increase muscle strength and reduce urgency. PFMT should be planned individually and exercise intensity and difficulty should be increased gradually (Kajbafvala et al., 2022; Marra et al.,2023; Geraerts, 2023; Giraudo et al.,2023).

Electrical stimulation (ES) applied to peripheral nerves such as sacral nerve roots, tibial, pudental and dorsal genital nerves has been proven to be effective in the management of overactive bladder, but the level of evidence is not yet sufficient in urinary system symptoms that develop mainly due to a

neurological problem (Ge et al.,2023; Tahmasbi et al., 2023). In cases where the micturition reflex is intact, neuromodulation of the L4-S3 nerve roots (responsible for bladder control and sphincter activity) with ES aims to provide control of spontaneous detrusor contractions. Sacral neuromodulation has been reported to have a positive effect on bowel and erectile functions in individuals with neurological diseases. Transcutaneous posterior tibial nerve stimulation is applied through superficial electrodes in the medial malleolus region. This stimulation provides regulation between excitatory and inhibitory stimuli at the spinal and supraspinal level. Although its efficacy has not been proven yet, this method is used in individuals with NLUTD (van Ophoven et al., 2021). Intravesical ES is used in an acontractile bladder. In this way, afferents in the bladder are stimulated and detrusor contractility is strengthened. In addition, pregnancy, pacemaker, implanted defibrillator and coagulation disorder are contraindications for this procedure (Deng et al., 2021).

Clean intermittent catheterization (IC) is one of the bladder emptying methods used in patients with medulla spinalis injury. Compared to the use of indwelling catheters, it improves the quality of life in terms of self-care, activities of daily living and sexual activities. Depending on the amount of fluid intake and incontinence symptom severity, the patient is recommended to perform IC at intervals of 4-5 hours (Krassioukov et al., 2023).

4. CONCLUSION

Lower urinary tract dysfunctions are common in neurologic diseases and can range from urinary retention to persistent incontinence. These NLUTD-related symptoms have a significant negative impact on the QoL of individuals. For this reason, the fight against NLUTD, which can bring many secondary complications, is very important for neurological

patients. Although there are many studies in the literature in terms of physiotherapy and rehabilitation approaches in the fight against NLUTD, it is insufficient in terms of evidence-based studies. There is a need for more evidence-based studies on this subject.

REFERENCES

Ali, M. U., Fong, K. N. K., Kannan, P., Bello, U. M., Kranz, G. S. (2022). Effects of nonsurgical, minimally or noninvasive therapies for urinary incontinence due to neurogenic bladder: a systematic review and meta-analysis. Therapeutic Advances in Chronic Disease, 13.

Deng, H., Chen, G., Wu, J., Yıng, X., Wan, L., Liao, L. (2021). The efficacy and safety of intravesical electrical stimulation combined with training for bladder motor sensory dysfunction in the treatment of neurogenic underactive bladder. Chinese Journal of Urology, 740-746.

Gajewski, J. B., Madersbacher, H. (2023). Classification and terminology of neurogenic LUT dysfunction. In Handbook of Neurourology: Theory and Practice, 143-153. Singapore: Springer Nature Singapore.

Geraerts, I. (2023). Physiotherapy for neurogenic lower urinary tract dysfunction: methods and indications. In Handbook of Neurourology: Theory and Practice, 271-279. Singapore: Springer Nature Singapore.

Ge, Q., Xu, H., Fan, Z., Li, W., Chen, Z., Yue, D., Wei, Z. (2023). Efficacy of peripheral electrical nerve stimulation on improvements of urodynamics and voiding diary in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Surgery, 109(5), 1342-1349.

Ginsberg, D. A., Boone, T. B., Cameron, A. P., Gousse, A., Kaufman, M. R., Keays, E., Kraus, S. R. (2021). The AUA/SUFU guideline on adult neurogenic lower urinary tract dysfunction:

diagnosis and evaluation. The Journal of Urology, 206(5), 1097-1105.

Giraudo, D., Ciardi, G., Casati, V., Lamberti, G. (2023). Rehabilitation of neurogenic lower urinary tract dysfunctions. In Autonomic Disorders in Clinical Practice, 283-290. Cham: Springer International Publishing.

Kajbafvala, M., Ashnagar, Z., Lucio, A., Firoozeh, F., Salehi, R., Pashazadeh, F., Jafari, H. (2022). Pelvic floor muscle training in multiple sclerosis patients with lower urinary tract dysfunction: A systematic review and meta-analysis. Multiple Sclerosis and Related Disorders, 59, 103559.

Krassioukov, A., Welk, B., Vrijens, D., Islamoska, S., Barken, K. B., Keppenne, V., Walter, M. (2023). Intermittent catheterization: a patient-centric approach is key to optimal management of neurogenic lower urinary tract dysfunction. Frontiers in Urology, 3, 1158260.

Lee, H. H., Kim, D. K., Park, J. W., Lee, S. Y., Ko, W. J., & Kim, Y. S. (2020). Credé maneuver to adjust tape tension during trans-obturator tape mid-urethral sling in mixed urinary incontinence. International Urogynecology Journal, 31, 809-816.

Marra, J. M., de Castro Vieira, P. V., de Senna Migueletto, A. M., de Oliveira, L. F. A., & de Souza, E. C. F., Marquini, G. V. (2023). Neurogenic disorders and the lower urinary tract dysfunction: Proposed approach for the gynecologist. Reproductive Sciences, 30(7), 2087-2091.

Milton, T., Bain, M., Couchman, A. (2024). Management of the neurogenic lower urinary tract.

Moussa, M., Papatsoris, A., Abou Chakra, M., Fares, Y., & Dellis, A. (2020). Lower urinary tract dysfunction in common neurological diseases. Turkish Journal of Urology, 46(1), S70.

Na, H. R., Cho, S. T. (2020). Relationship between lower urinary tract dysfunction and dementia. Dementia and Neurocognitive Disorders, 19(3), 77.

Panicker, J. N. (2020). Neurogenic bladder: epidemiology, diagnosis, and management. Seminars in Neurology, 40(5), 569-579. Thieme Medical Publishers, Inc.

Pelliccioni, G., Castellani, D., Rocchi, C., Cameriere, V., Sabbatini, D., Pelliccioni, P. (2023). Pathophysiology, clinical presentation and management of neurogenic bladder. In Autonomic Disorders in Clinical Practice, 257-282. Cham: Springer International Publishing.

Perez, N. E., Godbole, N. P., Amin, K., Syan, R., Gater Jr, D. R. (2022). Neurogenic bladder physiology, pathogenesis, and management after spinal cord injury. Journal of Personalized Medicine, 12(6), 968.

Stothers, L., Locke, J. A., Macnab, A., Nigro, M. (2016). Long-term urologic evaluation following spinal cord injury. Current Bladder Dysfunction Reports, 11, 169-180.

Tahmasbi, F., Hosseini, S., Hajebrahimi, S., Heris, R. M., Salehi-Pourmehr, H. (2023). Efficacy of tibial nerve stimulation in neurogenic lower urinary tract dysfunction among patients with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. Urology Research and Practice, 49(2), 100.

Van Ophoven, A., Engelberg, S., Lilley, H., Sievert, K. D. (2021). Systematic literature review and meta-analysis of sacral

neuromodulation (SNM) in patients with neurogenic lower urinary tract dysfunction (nLUTD): Over 20 years' experience and future directions. Advances in Therapy, 38, 1987-2006.

Wein, A. (2020). Commentary RE: The standardization of terminology in lower urinary tract function: report from the Standardization Subcommittee of the International Continence Society. Urology, 145, 310-311.

Werneburg, G. T., Goldman, H. B. (2023). International guidelines of neurogenic lower urinary tract dysfunction. In Handbook of Neurourology: Theory and Practice, 1-22. Singapore: Springer Nature Singapore.

ADLİ EBELİKTE EBENİN SORUMLULUKLARI

Serpil ÖZBAŞ

Şükran ÖZKAHRAMAN KOÇ

Emine ALVER

Giriş

Hukuk, bireylerin birbiriyle ve toplumla olan ilişkilerini düzenleyen aynı zamanda toplumsal yaşamı düzenleme amacı taşıyan normlar bütünüdür. Bu normlar kamu gücü ile desteklenmektedir. Hukuk, toplum yaşamında düzeni, adaleti ve toplumun ihtiyaçlarını karşılar. Sağlık hukuku, bireylerin sağlık hizmetlerinden yararlanma hakkını ve koruyucu sağlık hizmetlerinin düzenlenmesini ele alan; birey, aile ve topluma sunulan sağlık hizmetlerinin çerçevesini belirleyen; sağlık hizmetini alanlar ile sunanlar arasındaki ilişkileri düzenleyen ve tarafların hak ve sorumluluklarını tanımlayan hukukun bir alt dalıdır (Aşicioğlu & Demircan, 2015).

Sağlık meslek mensupları, sağlık hukuku açısından diğer meslek gruplarına kıyasla daha bağlayıcı bir sorumluluk altındadır; mesleklerini icra ederken veya görevleriyle bağlantılı olarak suç vakalarıyla daha sık karşılaştıklarında bu suçlar hakkında bildirimde bulunma yükümlülükleri bulunmaktadır (Şentürk, Karahan & Topçu, 2019). Sağlık hizmetlerinin sunumunda yer alan sağlık profesyonelleri adli vakalarla karşılaşabilmektedir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri adli vakayı tanımlayabilmesi aynı zamanda görev ve sorumluluğu kapsamında sürece ilişkin bilgi sahibi olmaları hem hasta hem de kurum açısından hukuki gereklilik taşımaktadır (Erkan, 2016).

Sağlık mesleği mensubu tanımı; hekim, diş hekimi, eczacı, ebe, hemşire ve sağlık hizmeti sunan diğer çalışanları kapsamaktadır. Adli vaka bildirimleri genellikle nöbetçi Cumhuriyet Savcılığına, hastane polis birimine veya güvenlik görevlilerine yapılmaktadır (Akçin & Güven, 2024). Ancak, sağlık profesyonelleri arasında yer alan ebelerin bu konuda bilgi eksikliği ya da olayları doğru şekilde tanımlayamaması, ebelerin veya olayla ilişkili bireylerin zarar görmesine yol açabilmektedir (Habek & Cerovac, 2020).

Mevcut yasal düzenlemelerde adli vakalarda bildirim ve cezai sorumluluk açısından hekim, hemşire ve ebe arasında herhangi bir ayrım yapılmamış olması nedeniyle sağlık profesyonelleri, adli vakalarla ilgili olarak hukuki ve etik sorumluluk taşımaktadır (Odabaş & Taşpınar, 2020; Öztürk & Şahin, 2022). Türk Ceza Kanunu (TCK) 280. Maddesinde, adli vaka ile karşılaşan sağlık profesyonelleri durumu yetkili makamlara bildirmekle yükümlüdür (Resmî Gazete, 2561 Sayı, 2004). Söz konusu madde uyarınca, görevini yerine getirdiği sırada bir suçun işlendiğine dair herhangi bir belirtiyle karşılaştığında durumun bildirimini yetkili mercilere yapmayan veya bildirimi yapmada gecikmeye neden olan sağlık görevlisi,

bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılmaktadır. Obstetri ve jinekoloji alanında çalışan ebeler genellikle yasal ve hukuki sorunlar ile karşılaşabilmektedir. Ebelik uygulamalarındaki hukuki sorumluluklarda yetersizlikler ve belirsizliklerin giderilmesi ile sağlık hizmetlerinin hasta merkezli, güvenli, etkili, adil, kaliteli ve zamanında yürütülebilecektir.

Adli Bilim

Adli bilim; hukuk içerisinde yer alan birçok alanla iş birliği içerisinde olup yasal sorunları bilimsel yöntemler ile çözümlemeyi sağlayan ve dünyada, ceza hukukunda önemli bir kritik noktaya sahip olan bir bilim dalı olarak kabul görmektedir (Özkara & Karaman, 2015; Şentürk, vd., 2019).

Adli bilim kapsamında ele alınan vakalar, sağlık hizmetlerinde görev yapan sağlık çalışanlarının karşılaştığı çeşitli durumları içermektedir. Bu vakalar, kaza veya kasıtlı yaralanma, başka bir birey ya da kurumun tedbirsizliği, dikkatsizlik, ihmalkâr eylemler ya da tıbbi hatalar sonucunda bireyin hastalanması ya da yaşamını yitirmesidir. Ayrıca düşme, zehirlenme, istismar veya kötü muameleye maruz kalan bireyler; kadına veya çocuğa şiddet, intihar, şüpheli ölümler yasal sorunlar olarak değerlendirilmektedir (Ghofrani, Manoochehri, Mohtashami & Kiani, 2020; Karabulutlu, Aydın & Temel 2023).

Adli Ebelik

Adli ebelik, "ebelerin çalışma alanlarında karşılaştıkları adli tıp vakalarına yönelik yasal süreçleri uygulayan, travmatik yaralanmalarda gözlem ve raporların tutulmasını sağlayan, cinsel suç olgularında ilgili birimde muayene ekibinde yer alan ve adli ebelik konularında araştırmalar yürüten bir uzmanlık alanı" olarak tanımlanmaktadır (Aksu,2017).

Adli ebelik, 2006 yılında İtalya'da profesyonel olarak kabul edilmiştir. İtalya'da adli ebelik uzmanları, gerekli durumlarda adli kolluk ekibi ile suç mahalini analiz etme, cinsel suç ve suç unsurunda iz arama, suçlunun araştırılmasına yönelik soruşturmaya destek, tıbbi ihmaller ile ilgili durumlarda gerekli uzmanlık becerileri ve desteğini sağlama konularında çalışmaktadırlar (Unicusano, 2021). Adli ebelik, ülkemizde henüz yeni gelişmekte olmakla birlikte, İtalya gibi ülkelerde bu alanda yapılan ilerlemeler, kadın doğum, üreme sağlığı, jinekoloji ve obstetri gibi alanlarda karşılaşılan malpraktis ve şiddetle mücadelede personelin eğitilmesi ile sağlık hukuku ile bağlantılı olarak tanımlanan yeni bir disiplin olarak önemi artmaktadır (Aksu & Karaca, 2019; Unicusano, 2021). Ülkemizde adli ebelerin görev tanımı, rol ve sorumlukları belirlenmemiştir (Tezbasan, 2019). Sağlık sektöründeki uygulamaların artışına paralel olarak, hukuki anlamda olgularda da artış olduğu gözlemlenmektedir. Sağlık ve yasal kavramların birleşmesi ile beceriler, yasal ve adli tıp konuları ile bütünleşerek, bu alanda sağlık profesyonellerinin rol ve sorumlulukları ortaya çıkmaktadır (Tezbasan, 2019; Unicusano, 2021). Adli vakalarla karşılaşıldığında gerekli tıbbi ve hukuki bilgiyi, etik ilkeler doğrultusunda ve holistik bakış açısıyla, multidisipliner bir çerçevede sürdürebilecek profesyonel ebelerin ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır (Tezbasan, 2019). Ülkemizde doğum ünitesinde adli vakaların sıklığının artması, adli bilimler alanında ebelerin bilgi ve becerilerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu doğrultuda, birçok üniversitede lisans eğitiminde "adli ebelik" dersi verilmeye başlanmıştır. Ülkemizde adli ebelik ile ilgili ilk sertifikasyon eğitimi, Mayıs 2015'te Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü iş birliğiyle, "Adli Ebelik Eğitim Programı" adı altında 60 saatlik bir eğitimle gerçekleştirilmiştir (Adli Bilimler.net, 2015). 2017 yılının Eylül ayında ise Üsküdar Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü bünyesinde

adli ebelik uzmanlık alanı resmi olarak tanınmış ve adli ebelik ile ilgili ilk lisansüstü program temelleri atılmıştır (https://uskudar.edu.tr/babe/adli-bilimler-ana-bilim-dali-tezli-tezsiz-yuksek-lisansprogrami#h-14). Adli Bilimler Anabilim Dalı Adli Hemşirelik/Ebelik Bilim Dalı'ndan İnci Yağmur Tezbasan 2019 yılında, ilk adli ebe uzmanı olarak mezun olmuştur. Bunun yanı sıra, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı yüksek lisans programından 2021 yılında Rojda Bayar, "Bir Kamu Hastanesinde Çalışan Ebelerin Adli Ebelik Konusundaki Bilgi ve Deneyimleri" konulu teziyle mezun olmuştur. Ardından, 2022 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı yüksek lisans programından İffet Nur Çalışır, "Ebelerin Adli Ebelik Hakkındaki Bilgi ve Tutumları ile Adli Vakalardaki Sorumluluklarına Yönelik Görüşleri" konulu teziyle mezun olmuştur (Bayar, 2021; Çalışır, 2022; Tezbasan, 2019).

Ebeler, görev tanımları doğrultusunda ve faaliyet gösterdikleri tüm kurumlarda mesleki girişimlerde bulundukları sürece cezai ve idari sorumluluk taşımaktadırlar. Ebelerin hukuki sorumluluğunun doğması için hukuka aykırı bir fiil, zarar, illiyet bağı ve kusur unsurlarından en az birinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu unsurların ortaya çıkabilmesi için, öncelikle ebelik mesleğinin kanun kapsamında doğru bir şekilde yerine getirilmesi zorunludur (Çalışır, 2022).

Ebelerin infertilite tedavisi, doğum kontrolü, doğum ve kürtaj gibi yasal ve etik boyutu olan alanlarda görev almaları nedeniyle ebeler diğer mesleklere oranla adli olaylarla daha fazla karşılaşmaktadırlar. Ebeler adli vakaların çoğunda ilk adli kanıtlara ulaşılabilecek olan, bireyi ailesi veya yakınlarıyla ilk bağlantı kuran ve açıklama yapan, muayene sürecinde bireyin eşyalarına dokunan ve alınan laboratuvar örnekleri ile ilk teması sağlayan sağlık profesyonellerinden biridir. Ebeler karşılaştıkları

adli vakada öykü alma, fiziksel muayene, kanıtın tanımlanma, toplanma, saklanma, kanıt koruma zincirini sağlama, kanıtın kaydedilmesi ve krize müdahale gibi değerlendirme aşamalarına dikkat etmeleri gerekmektedir (Özden & Yıldırım, 2009; Çalışır, 2022). Ebelerin adli vakalardaki görevleri bildirim yükümlülüğü ile sınırlandırılmaktadır (Aksu, 2017; Tezbasan, 2019). Oysaki ebeler hukuk ile sağlık arasında bağlantı kurabilecek birçok hukuki problemin çözümüne katkı sağlayabilecek bir konumdadırlar (Bayar, 2021). Ebeler, bilgi ve becerilerini adli konularda nasıl kullanacaklarını, adli durumlarda hangi adımları atmaları gerektiğini ve ebelik bakımının etkinliğini artırmak için adli ebelik alanında yeterli bilgi ve beceriye sahip olmalıdırlar (Çalışır, 2022; Bayar, 2021). Adli ebe, ebeliğin bilimsel, teknik ve uzmanlık bilgilerini temel alarak, obstetri ve adli tıp uygulama alanlarının birleşiminde görev alan bir sağlık profesyonelidir. Bu kapsamda adli ebeler, gebelik, doğum, lohusalık dönemi, babalık araştırmaları, kürtaj, döllenme, yapay döllenme, cinsel saldırı ve buna bağlı gelişen gebelik gibi alanlarda hizmet sunmaktadır (Bayar, 2021; Bayar & Uyar Hazar, 2023; Karakoç & Özerdoğan, 2018). Adli ebenin görev aldığı uzmanlık alanı ‘’Adli Ebelik’’ olarak adlandırılmaktadır. Adli Ebelik Tıp, hukuk ve Sosyal Bilim dallarında yer almaktadır (Hazar &Yıldırım, 2023). Adli ebeliğin temeli jinekoloji ve obstetri alanındaki sağlık ve yasal konulardır. Bu konular tecavüz/aile içi şiddet, tıbbi hatalar, malpraktis ve gebelik sırasında kasıtlı veya kasıtsız yaralanmalar olabilmektedir. Kadınlar arasında adli hizmetlere olan talepler artmaktadır. Ebeler, adli kanıtlara tanıklık eden birinci basamak bakım sağlayıcılar olup buna göre, bu gruba kapsamlı bakım sağlamak için büyük bir fırsata sahiptirler (Taghizadeh, Azimi, Ghadipasha, Jafari, & Pourbakhtiar 2020).

Adli vakalarda aktif rol alan sağlık çalışanlarından biride ebelerdir. Ebelerin karşılaşabileceği adli vakalar; obstetrik aciller, kadın ve çocuğa karşı şiddet/şiddet şüphesi, çocuk ihmal ve

istismarı, darp, yaralanma ve kaza, cinsel saldırı ve buna bağlı gebelik, rızası olmadan genital muayene, bebek karıştırma, adolesan gebelik ve gebelikte madde bağımlılığıdır. Ebeler bu vakalarla karşılaştıkları durumda mağdurlara yönelik bakım verme, vaka bildirimi, kanıtların toplanması, korunması gibi görevleri vardır (Özorhan, Altınayak, & Apay 2017; Aksu & Karaca 2019; Odabaş & Taşpınar 2020; Bayar, 2021; Çalışır, 2022; Tezbasan,2019)

Adli vaka durumlarında ebeler, ilk olarak genel öyküyü almalı ve ardından olayla ilgili sorulara (olayın ne, nerede ve ne zaman olduğu gibi) verilen yanıtları eksiksiz bir şekilde kayıt altına almalıdır. Bireyin öyküsü alınırken, kadının ya da gebenin sözel ifadelerinin değiştirilmeden aynen kaydedilmesi ve herhangi bir yönlendirmenin yapılmaması büyük önem taşımaktadır (Özden & Yıldırım, 2009). Öykü alımının ardından, adli kanıtların tanımlanması gerekmektedir. Adli vakalarla ilgili en ufak detayların fark edilmesi ve doğru bir şekilde kaydedilmesi, olayın aydınlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kanıtların tanımlanmasından sonra ise, bu kanıtların toplanması, adli sürecin bir sonraki aşamasını oluşturur (Lynch, 2011).

Ebelerin adli olaylarla sık karşılaşan ve vakalarla ilk temas kuran kişi olması nedeniyle adli olaylarda bildirim, bakım, delilleri toplama ve korumada ebelerin önemli rolleri vardır. Kanıtların toplanmasında kadının/gebenin kıyafetleri; kan, seminal mai, saç, iplik, toprak, bitki, barut, cam kırıklarını bulundurabilmesi nedeniyle önem taşımaktadır. Kanıtlar toplanırken vakaya ait kıyafetler yere serilen bir kâğıt üzerinde çıkartılmalı ve silkelenmemelidir. Kıyafetlerden düşecek kanıtlara dikkat edilmeli ve kaybolmaması açısından özen gösterilmelidir. Giysiler özenle saklanmalı, katlanmamalı, vakadan örnek alınırken pens veya cımbız kullanılarak örnek

alınmalıdır. Alınan örnekler ayrı ayrı temiz torbaya konularak üzerine bilgiler yazılmalıdır. Kişide yara veya herhangi bir kesi var ise tanımlanmalı, silah yarası var ise de yapışkan kâğıt bantla örnek alınarak kayıt altına alınmalıdır (Lynch 2011; Odabaş & Taşpınar 2020).

Güncel Ebelik Yönetmeliğinde Ebenin Hukuki Süreçlerdeki Yeri

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, ebe; gebelik ve öncesi, doğum ve doğum sonu süreçte, özellikle yaşamın ilk haftalarında anne, yenidoğan ve aileye yetkin, bilgili ve şefkatli bakım sağlayan bir sağlık profesyonelidir. Kaliteli ebelik bakımı, anne ve yenidoğan mortalitesinin azaltılmasının yanı sıra cinsel ve üreme sağlığının iyileştirilmesine, bağışıklama, sıtma, HIV (Human Immunodeficiency Virus) ve emzirme gibi sağlık sorunlarının iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır (WHO, 2022). Uluslararası Ebeler Konfederasyonu'na (ICM) göre ebe, gebe ve yenidoğana bakım veren; etik ilkeler doğrultusunda, normal doğum sürecini yöneten doğumda kadını biyolojik, psikolojik, sosyal ve kültürel yönden destekleyen ve kadının bireysel görüşüne saygı gösteren; kadınlarla iş birliği yaparak bireysel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bakım sunan ve bütüncül bakımın sağlanması amacıyla diğer sağlık profesyonelleriyle iş birliği içerisinde çalışan bir sağlık profesyonelidir (ICM, 2017).

Sağlık Meslek Mensupları ile Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Diğer Meslek Mensuplarının İş ve Görev Tanımlarına Dair Yönetmelikte, ebelerin görev alanlarını kapsamlı bir şekilde tanımlamıştır. Bu tanıma göre ebe, anne ve çocuk sağlığı hizmetlerini sunan; gebelik süreci, doğum ve doğum sonrası bakım süreçlerinde görev alan; doğum yaptırma sorumluluğunu üstlenen; yenidoğan ve çocuk aşılarını uygulayan; sağlıkla ilgili konularda toplumu bilgilendiren; kamu kurumlarında görev

yapan ve Sağlık Bakanlığı tarafından onaylı bir eğitim kurumundan ebe olarak mezun olan bir meslek grubunu ifade etmektedir (Sağlık Meslek Mensupları ile Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Diğer Meslek Mensuplarının İş ve Görev Tanımlarına Dair Yönetmelik 2014).

Ebelik 2024 Yönetmeliğinde ebelerin görev yetki ve sorumlulukları içerisinde, ebelik alanında yasal ve sağlık durumları ile ilgili olarak yer alan maddeler;

- Ebeler etik ve mesleki değerleri benimseyip, mesleki uygulamalarının karar ve sorumluluğunu alır;
- 18 yaş altı gebelikler ve karşılaştığı adli olgu niteliği taşıyan durumlarda ilgili mevzuat doğrultusunda adli olgu değerlendirme sürecine dâhil olur,
- Plansız ve istenmeyen gebeliklerde kadının sosyal ve duygusal durumunu değerlendirip eğitim ve danışmanlık vererek destek almasını sağlar,
- Yenidoğanın yaşam bulgularını değerlendirir, kimliklendirir ve gerekli güvenlik önlemlerini alır,
- Ölü doğum ve doğumsal anomali gibi durumlarda anne ve ailesini psiko-sosyal sağlık ve destek sistemleri açısından değerlendirir,
- Anne ölümü vakalarında Bakanlık uygulamaları doğrultusunda gerekli prosedürleri uygular ve gerekli belgeleri hazırlar,
- Yenidoğan ve çocuk sağlığına yönelik tarama programlarında görev alır,

Kadın haklarını korumaya yönelik şiddet, ihmal ve istismar gibi durumlarda ilgili birimlere bildirimde bulunarak koordinasyonun sağlanmasında görev alır.

(http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/12/20241203-2.htm

Ebelerin görev alanları; doğumhaneler, obstetri ve jinekoloji servisleri, yenidoğan ve pediatri servisleri, aile sağlığı merkezleri, sağlık evleri ve toplum sağlığı merkezleri gibi birimlerden oluşmaktadır. Bu geniş çalışma alanları nedeniyle ebeler, adli olaylarla sıkça karşılaşabilmektedirler (Aksu, 2017). Sağlık hizmetleri sunan profesyonellerin, hastalarının kişisel ve tıbbi bilgilerini gizli tutma yükümlülüğü meslek sırrı olarak ifade edilir. Meslek sırrı, anayasal düzeyde, ceza hukuku bağlamında ayrıca özel hukuk ve idare hukuku perspektifinden koruma altına alınmış önemli bir kavramdır. Meslek sırrı, bir meslek faaliyeti sırasında edinilen ve yalnızca yetkili kişilerle paylaşılabilecek bilgiler olarak tanımlanmaktadır. Meslek sırrını saklama yükümlülüğünün hukuki temeli, hasta ile sağlık mesleği mensubu arasındaki ilişki ve kamu düzeni perspektifiyle değerlendirilebilir. Ebeler için meslek sırrı, sağlık hizmeti sunarken hastalarla ilgili edindikleri tüm tıbbi ve kişisel bilgileri kapsamaktadır. Ebeler, mesleklerini icra ederken, hukuki sorumlulukları gereği bu bilgileri gizli tutma yükümlülüğüne sahiptirler. Bu yükümlülük, hasta haklarının korunması ve güvenliğin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Ebelerin yasalar karşısında savunmasız kalmalarının önlenmesi amacıyla, mesleki bilgi ve becerilerinin yanı sıra adli olgularla ilgili de eğitim almaları ve bu konuda bilgi düzeylerini artırmaları gerekmektedir. Bu tür eğitimler, ebelerin profesyonel sorumluluklarını yerine getirirken karşılaşabilecekleri hukuki riskleri minimize etmeye yardımcı olacaktır (Şentürk, vd., 2019; Bayar, 2021; Çalışır, 2022; Tezbasan, 2019).

Güncel Ebelik Yönetmeliğinde yer alan bu maddelerde ebelerin görevleri süresince hukuki süreçlere dahil olacağı anlaşılmaktadır. Ebelerin adli vakalarda ilk adli kanıtlara ulaşabilecek olan sağlık profesyonellerinden biri olmasının yanı sıra kamu kurum ve kuruluşlarına adli olarak başvurusu

yapılmamış durumları mesleki görev ve uygulamaları dahilinde tespit edebilecek sağlık profesyonelidir. Yenidoğan ve çocuk sağlığına yönelik tarama programı kapsamında çocuk ihmal ve istismar durumlarını görevini yerine getirdiği süreçte karşı karşıya kalması kaçınılmazdır. Aynı şekilde görevini yerine getirme sürecinde Kadın haklarını korumaya yönelik şiddet, ihmal ve istismar durumunda ilk olarak kadınla ilk iletişimi kuran sağlık profesyoneli ebedir. Güncel ebelik yönetmeliği ebelerin sağlık hizmetlerini yerine getirmede görev, yetki ve sorumlulukları doğrultusunda savunmasız grupta yer alan kadın ve çocukları kapsayan maddeler doğrultusunda adli ebelere ihtiyacın artacağını göstermektedir.

(https://www.unicusano.it/master/infermieristica-ed-ostetricia-legale-e-forense)

Ebelerin Adli Sorumlulukları

Ebelik mesleği, sağlık hizmetlerinin önemli bir bileşeni olup klinik ve adli sorumluluklarla yükümlüdür. Ebelerin mesleki sorumlulukları, sadece sağlıklı doğum ve doğum sonrası bakım sağlamakla sınırlı olmayıp, aynı zamanda hatalı fiiller nedeniyle hukuki sonuçlarla karşılaşma durumlarını da kapsar. Ebelerin cezai ve idari sorumlulukları, mesleklerini yerine getirirken karşılaştıkları olgulara göre şekillenir. Ayrıca, hukuki sorumluluğun oluşabilmesi için hukuka aykırı fiil, zarar, illiyet bağı ve kusur gibi unsurların bulunması gerekmektedir. Ebelerin hukuki sorumluluğu, mesleklerini yerine getirirken karşılaştıkları hatalı fiillerin yol açtığı sonuçlarla ilişkilidir (Savaş, 2010; Çalışır, 2022). Ebelerin sorumluluklarını yerine getirirken kanunlara uygun hareket etmeleri ve mesleklerini etik kurallara göre icra etmeleri, hukuki sorunlardan kaçınmalarını

sağlayacaktır. Ebelerin adli olgularda sorumlulukları: tıbbi kayıtlar, delillerin korunması ve resmi makamlara bildirimi gibi yükümlülükleri vardır. Adli vakalarda ayrıca adli olgulara ait olgunun vücudunda veya elbiselerinde bulunan delillerin korunması ve güvenli bir şekilde yetkililere iletilmesi, tıbbi belgelerin saklanmasından sorumludur.

Sağlık alanında, ebelerin çalıştıkları uzmanlık bölümleri, mahremiyetin önemli bir yer tuttuğu alanlardır. Hasta ile ebe arasındaki güven ilişkisi, ebenin, hastaya ait bilgilerin güvenliği ve gizliliği konusunda gösterdiği özen ve dikkatle temellenmektedir. Sır saklama yükümlülüğünün ihlali, yalnızca mevcut sırdan daha üstün bir yarar gözetildiği takdirde hukuka aykırı unsur oluşturmamaktadır (Bayar, 2021; Çalışır, 2022; Tezbasan, 2019). Ülkemizde görev yapan ebeler adli olgulara ilişkin bilgi sahibi olmaları, mağdurların travma düzeyinin azaltılması, gözlem ve kayıtların doğru bir şekilde tutulması ve delillerin etkin bir şekilde toplanması açısından önemli bir katkı sağlamaktadır. Adli vakalarda bireyin haklarının korunması ve mağduriyetinin önlenmesi, büyük bir öneme sahiptir (Yeşil, Sezer & Yavuz 2020).

Adli Vakalarda Ebelerin Rol ve Sorumlulukları

Ebeler, profesyonel bir sağlık disiplini olarak savunucu, uygulayıcı, eğitici ve araştırmacı rolleri üstlenmektedirler. Bu rollerini, bağımlı, yarı bağımlı ve bağımsız yetkilerle yerine getirirken, uygulamalarını ilgili kanunlar, yönetmelikler ve yönergeler çerçevesinde gerçekleştirmek zorundadırlar. Ebeler, adli konulardaki rol ve sorumluluklarını, bakım sürecinin her bir basamağını takip ederek yerine getirirler. Ebeler, mesleki sorumlulukları gereği sağlık hizmetlerini, ilgili kanunlar, yönetmelikler ve yönergeler çerçevesinde sunmak zorundadırlar. Bu yasal çerçeveye uygun çalışmak, hukuka aykırı fiil, zarar,

illiyet bağı ve kusur gibi unsurların doğal akış içinde gerçekleşmesini sağlar. "Hastanın Rızası", "Ebelikte Kayıt Tutma" ve "Gizlilik Sorumluluğu" gibi kavramlar, ebelik mesleğinin kanunlara uygun bir şekilde yerine getirildiğini gösteren temel uygulamalardır (Çiçek, 2009; Hazar & Yıldırım, 2023). Ebe, mesleki yeterliliğinden sorumludur ve aynı şekilde hastanın ailesine karşı aile hayatının özel sorunlarıyla ilgilenirken sorumludur. Bu nedenle ebe özel sorumluluklar üstlenir. Ayrıca, standartlara uyma, hizmetleri iyileştirme ve yasal ve mesleki örgütsel faaliyetler hakkındaki bilgilerini güncelleme şeklinde meslekleriyle ilgili görevleri de vardır (Ayoubian, Mahmood Abadi & Dehaghi, 2013).

Tıbbi müdahalenin hukuka uygunluğunun sağlanması ve hukukun geçerliliği için ebeler hastanın rızasını almalı, hastayı bilgilendirmeli ve aydınlatmalıdır. Tıbbi müdahalelerde etik ilkeler çerçevesinde hastanın kendisi üzerinde yapılacak müdahalelerde karar verme sürecine katılımı sağlanmalıdır. Neye, niçin ve ne şekilde rıza göstermiş olacağını açıklamalıdır. Adli vakalarda ebelerin görevi öykü alma, fiziksel muayenenin yanında kanıtların tanımlanma, toplanma, saklanma, kaydedilme ve kanıt koruma zincirini sağlanmasıdır. Ayrıca aile içi şiddet, cinsel istismar ve çocuk istismarı mağdurları için yönlendirme ve takipleri yönetmek, krize müdahale gibi görevleri de vardır (Özden & Yıldırım 2009; Bayar,2021; Çalışır, 2022; Tezbasan, 2019; Taghizadeh, vd., 2020). Obstetri ve Jinekoloji servislerinde görev yapan ebeler, travma mağduru kadınların muayenesinde bulunma, gebelerde madde bağımlılığının değerlendirilmesi, gebelerde travma olması durumunda takibi, travmatik düşük, erken veya ölü doğum vakalarında doğru, eksiksiz öykü alma ve kaydetme işlemlerini gerçekleştiren ebeler, gerektiğinde şahit olarak görev almaktadırlar (Sadıç & Alparslan, 2021).

Ebeler, tıbbi endikasyon bulunmayan gebeliklerin güvenli bir ortamda ve yasal düzenlemeler ışığında sonlandırılmasında, istenmeyen gebeliklerin önlenmesi ve kadın sağlığının korunması ve sürdürülebilmesinde danışmanlık yaparak önemli bir rol üstlenmektedirler. Bu nedenle ebeler, bu süreçlerdeki mesleki sorumlulukları ve katkılarıyla dikkat çekmektedir (Balcı, vd., 2022). Ebeler, mesleki görevleri gereği, bütünsel bir bakış açısıyla mağdura yaklaşmalı, iletişim kurma ve kanıtların toplanması süreçlerinde riskleri azaltmaya yönelik adımlar atmalıdır. Adli vakalarda iletişim, mağdurla ilk karşılaşıldığı anda başlamalı ve bu ilk aşamada mağdur ile güvene ve saygıya dayalı bir iletişim kurulmalıdır (Aksu & Karaca, 2020). Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, ebeler cinsel saldırı mağdurlarına yönelik üreme sağlığı hizmetleri dahilinde, aile planlamasına erişim, cinsel yolla bulaşan HIV ve Hepatit B gibi hastalıklardan korunma ve tedavi hizmetlerini sunma, kadına ve çocuğa karşı her türlü şiddeti önleme, istenmeyen gebeliklerin güvenli bir şekilde sonlandırılmasında ve acil sağlık hizmetlerine erişim gibi adli ve tıbbi alanlarda kritik bir rol üstlenmektedir. Ayrıca, şiddet mağduru kadın ve çocukların güvenliğini sağlamak, bakım süreçlerini sürdürebilmek ve özel bakım gerektiren durumlarda güvenli bir ortam hazırlamak da ebelerin sorumluluğundadır (WHO, 2017). Ebeler cinsel saldırı mağduru olan kişilerin mahremiyetini korumak ve gizliliği sağlamakla yükümlüdür; ayrıca bu bilgilerin kolluk kuvvetleri haricinde üçüncü kişilerle paylaşılmaması konusunda özen göstermelidirler (Resmî Gazete, 2004; WHO, 2017).

Sonuç

Ebeler, kadın ve çocukların savunucusu olarak, adli vakaları tanıma, bildirme, tedavi etme ve bakımını sağlama konusunda kritik bir sorumluluğa sahiptirler. Adli vakalarla karşılaşan ebeler tıbbi ve hukuki bilgilerini etik ilkelere uygun şekilde, holistik bakışla ve multidisipliner bir yaklaşım içinde uygulayabilen profesyoneldir. Bu nedenle ebeler adli olgularda sürecin etkili bir şekilde yönetilmesi için ekip içerisinde aktif rol almalıdır. Bu, sadece sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda mağdurların güvenliğini ve haklarını koruma açısından da hayati öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Aşicioğlu, F., & Demircan, T. (2015). Sağlık hukuku ve mevzuatı. *İstanbul Üniversitesi AUZEF Yayınları, Ekim*, 92-117.

Aksu S, Palas Karaca P, 2020. Determination of midwives approach to forensic cases and knowledge and opinions about forensic midwifery. Turkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine and Forensic Sciences, 17, 1, 1-9.

Akçin, A., & Güven, D. Y. (2024). Acil Serviste Çalışan Sağlık Profesyonellerinin Adli Vakalar İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. *Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *4*(1), 38-48.

Ayoubian, A., MahmoodAbadi, H. B., & Dehaghi, Z. H. (2013). Midwifery errors: A descriptive study in Isfahan forensic medicine general department. *Materia socio-medica*, *25*(3), 175.

Balcı, I., Güdücü, N., Sönmez, A. D., Aktürk, S. O., Öner, D., Dolgun, G., & Çetin, G. (2022). Ebelik öğrencilerinin tıbbi endikasyon olmayan gebelik sonlandırmalarına bakışı: Bir kamu üniversitesi örneği.

Bayar, R. (2021). *Bir Kamu Hastanesinde Çalışan Ebelerin Adli Ebelik Konusundaki Bilgi Ve Deneyimleri* (Master's thesis, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Çiçek, Ö.E. (2009). Ebelik son sınıf öğrencilerinin ebelerin görev tanımları ve yeterlilik alanlarına göre kendilerini değerlendirmeleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çevik, S. A., & Başer, M. (2012). Adli hemşirelik ve çalişma alanlari. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, *21*(2), 143-152.

Çalışır, İ. N. (2022). Ebelerin Adli Ebelik Hakkındaki Bilgi ve Tutumları ile Adli Vakalarda Sorumluluklarına Yönelik Görüşleri.

Erkan, I. (2016). Adli vaka yönetiminde acil servis çalışanlarının bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. *Adli Bilimler Dergisi*, *15*(2), 7-12.

Ghofrani Kelishami, F., Manoochehri, H., Mohtashami, J., & Kiani, M. (2020). Consequences of Presence of Forensic Nurses in Health Care System: A Qualitative Study. Iranian journal of nursing and midwifery research, 25(3), 195–201.

Hazar, H. U., & Yıldırım, R. B. (2023).Ebelikte Yeni Bir Alan: Adli Ebelik. *Hemşirelik Bilimi Dergisi*, *6*(3), 179-187.

Habek, D., & Cerovac, A. (2020). A forensic aspect of fetal shoulder dystocia. *Zeitschrift für Geburtshilfe und Neonatologie*, *224*(05), 257-261.

Habek, D. (2021). Forensic expertise in obstetrics and gynecology–Forensic expert experience. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, *256*, 1-5.

Karabulutlu, Ö., Aydın, C. M., & Temel, M. Ö. (2023). Acil Servis Çalışanlarının Adli Vaka Yönetimine Yönelik Bilgi Düzeyleri: Kars Örneği. *Caucasian Journal of Science*, *10*(1), 12-24.

Karakoç, H., & Özerdoğan, N. (2018). Acil obstetrik bakım ekibi içerisinde ebe. *Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, *3*(2), 162-166.

Lynch, V. A. (2011). Forensic nursing science: Global strategies in health and justice. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, *1*(2), 69-76.

Odabaş, R. K., & Taşpınar, A. (2020). Jinekoloji ve obstetri alanlarinda adli olaylar ve ebelik yaklaşimi. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(2), 143-150.

Öztürk, S., & Şahin, S. A. (2022). Ebelik Öğrencilerinin Adli Vaka ve Adli Ebelik Konusunda Bilgi ve Görüşlerinin Değerlendirilmesi: Tanımlayıcı Çalışma. *Caucasian Journal of Science*, *9*(2), 105-114.

Özkara, E., & Karaman, G. (2015). Adli Bilimlerin Yapılanması ve Kapsamı. *Hukuk Öğrencileri ve Uygulayıcıları İçin Adli Tıp*, *1*, 21-22.

Özden, Y. D. D. D., & Yıldırım, Y. D. D. N. (2009). Adli vakaya hemşirelerin yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, *16*(3), 73-81.

Özorhan, E. Y., Altınayak, S. Ö., & Apay, S. E. (2017). Obstetrik acillerde adli vakalar. *Kocatepe Tıp Dergisi*, *18*(3), 119-129.

Sadıç, E., & Alparslan, Ö. (2021). Kadına yönelik şiddet ve adli ebelik. *Meyad Akademi*, *2*(2), 150-162.

Savaş H, 2010. Ebelerin Hukuki Sorumluluğu Ankara Barosu 3. Sağlık Hukuku Kurultayı. Sağlık hukuku kurultayı, Ankara Barosu Yayınları, Ankara, 485-90. Erişim tarihi 4 Ekim 2020.

Şentürk, S., Karahan, B., & Topçu, E.T. (2019). Examination of Postgraduate Dissertations Including Nursing in the Field of

Forensic Sciences in Turkey. International Journal of Caring Sciences, 12(3), 1725-1733

Yeşil, H., Sezer, G., & Yavuz, M. S. (2020). Ebelik ve hemşirelik öğrencilerinin, hemşire ve ebenin adli olgulardaki sorumlulukları ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Van Tıp Dergisi*, *27*(1), 26-33.

Taghizadeh, Z., Azimi, K., Ghadipasha, M., Jafari, A., & Pourbakhtiar, M. (2020). Scope of Practice of Forensic Midwifery: An Integrative Review. *Journal of Midwifery & Reproductive Health*, *8*(4).

Tezbasan, İ. Y. (2019). *Cinsel saldırı suçunun delillendirilmesinde adli ebelerin rolü: Türkiyeye özgü model önerisi* (Master's thesis, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitü).

Resmî Gazete http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/12/20241203-2.htm

https://www.unicusano.it/master/infermieristica-ed-ostetricia-legale-e-forense (Erişim Tarihi 15/12/2024)

Adli Bilimler.Net. Bilimsel araştırma ve paylaşım portalı. (2015). Adli ebelik sertifikalı eğitim programı. Erişim tarihi: 19.12.2024, https://www.adlibilimler.net/tag/adli-ebelik/

KADIN ÜREME SAĞLIĞINA DİNİ VE KÜLTÜREL İNANÇLARIN ETKİSİ

Büşra ZONTUR[6]
Emine ALVER[7]
Maryam NAZHAD ABBAS[8]

1. GİRİŞ

Toplum, birey ve gruplardan oluşan fakat bunların tamamını aşan bir varlık bütünüdür (Yeter, 2018). Kültür ise; bilim, toplum, sanat, tarih, din, dil ve geleneklerle harmanlanan, bir dünya görüşü veya yaşam felsefesi gibi birçok etkenden oluşmaktadır (Çankaya, 2020). İnsanlarda var olan inanç

6 Doktora Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Fakültesi/Ebelik Bölümü busrazontur43@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3480-0669

7 Arş.Gör., Süleyman Demirel Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi/Ebelik Bölümü emineyesilkayaalver@gmail.com ORCID: 0000-0001-5521-2818

8 Öğretim Görevlisi, Ankara Üniversitesi/ Hemşirelik Fakültesi/Ebelik Bölümü nezhad.m1367@gmail.com ORCID: 0000-0003-2980-2616

sistemleri genellikle her kesimde kendine özgü kural, gelenek, adet ve inançları içinde bulundurmaktadır. Genel olarak İnsan, doğa, özgürlük, yaşam, hak ve adalet gibi kavramların oluşmasında, inançların etkisi göz ardı edilemez (Şahin & Toprak, 2016). Toplumların yaşam stilleri, içinde bulundukları zamana ve çevresel şartlara göre şekil almaktadır. Böylece gelenekler, toplumsal normlar belirtilen bu şartlara göre oluşmaktadır (Şahin & Toprak, 2016). Kültürün oluşumu, kültür kavramının tanımına dayanarak bireyin maddi ve manevi süreklilik gerektiren tüm faaliyetlerini kapsamaktadır. Her ne kadar kültür toplumsal bir kavram olarak ele alınsa da, toplumu oluşturan birey, yapılan tanımlarda anlam bakımından merkezi bir konumda yer almaktadır. İlk insandan bu yana varlığını sürdüren din, toplum ve kültürden bağımsız bir olgu olarak değerlendirilemez (Yeter, 2018).

Din, bireyin günlük yaşamındaki davranışlarını, değerlerini, inançlarını ve ilkelerini şekillendirerek toplumsal düzenin sağlanmasında önemli bir rol oynar. Din ve kültür arasındaki etkileşim, mevcut kültür ile inanılan değerlerin birbirini nasıl etkilediği ve bu ilişkinin bireyin davranışlarına nasıl yansıması ile ilgilidir. Dini inançların etkileri, yaşamın her alanında görülebilmektedir (Yeter, 2018; Selim & Bilgin, 2020). Dünya genelinde dini inançlar, ahlaki ve politik güç olarak, giderek daha fazla etkili hale gelmektedir. Ancak, kadın sağlığı ile dini inançlar arasında bir çatışma söz konusudur. Bu çatışma, özellikle ataerkil toplumlarda dinlerin doğuşundan gelişim dönemlerine kadar izlenebilmektedir. Ayrıca, dini liderlik tarihsel olarak erkekler tarafından baskın bir şekilde üstlenildiği için, bu durum kadınlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır (Fathalla ve ark., 2023). Geçmişten günümüze uzanan süreçte, toplumsal yaşamın pek çok alanında erkeklere kadınlara kıyasla daha fazla üstünlük ve ayrıcalık tanınması, kadınların eşitsizlikle karşı karşıya kalmasına neden olmuştur. (Coşkun & Özdiler, 2012).

Toplumsal cinsiyet eşitsizliği kavramı ilk olarak 1972 yılında Ann Oakley tarafından gündeme gelmiştir. Oakley, kadınlar ve erkekler arasındaki farklılıkların yalnızca biyolojik faktörlere dayanmadığını, aynı zamanda toplumsal ve kültürel etkenlerden kaynaklandığını vurgulamıştır (Yeter, 2015). Biyolojik yapı, cinsiyeti belirlese de, bireyin kendini algılama, motivasyon, davranış ve rolleri arasındaki farklılıklar sosyal normları oluşturur. Bir toplumun kültürü, kadın ve erkeğin nasıl davranması, düşünmesi ve hareket etmesi gerektiğine dair belirli beklentiler oluşturur. Bu bağlamda "toplumsal cinsiyet" ;belirli bir zaman veya kültüre özgü olmaksızın, bireylerin biyolojik cinsiyetleri temelinde uygun kabul edilen toplumsal ve kültürel olarak davranış biçimleri, beklentiler, rol ve sorumlulukların bütünü olarak tanımlanabilir (Başar, 2017). Çoğu toplumda, kadınlara daha düşük bir statü ve belirli sosyal roller yüklenmekte, bu durum ise kadınların insan haklarından tam anlamıyla faydalanmalarını kısıtlayabilmektedir. Toplumsal cinsiyet eşitsizliği özellikle insan yaşamının çeşitli alanlarında; evlilik ve aile içindeki roller, bireylerin çalışma hayatı, eğitim olanakları ve sağlık hizmetlerine erişim gibi konularda belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Kadın sağlığı bağlamında, toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin en belirgin ve yoğun bir şekilde gözlemlendiği alan üreme sağlığıdır (Coşkun & Özdiler, 2012). Kadın ve erkeğe atfedilen rol ve sorumluluklar tesadüfen şekillenmiştir. Bu rol ve sorumluluklar, bireylerin yaşadıkları toplum, kültür ve din gibi doğrultusunda belirlenmiştir (Coşkun & Özdiler, 2012).

Din, toplumsal hayatı, üreme sağlığını ve üreme yeteneğini çeşitli şekillerde etkilemektedir. İlk olarak din; kürtaj, kısırlaştırma ve kontrasepsiyon gibi üreme yeteneğini doğrudan etkileyen faktörlere ilişkin kurallar ve normlar belirler. İkinci olarak, dini öğretilere uyumu teşvik eden ve bu öğretilerin aktarımını sağlayan araçlara sahiptir. Bu öğretilere karşı çıkan

bireyler, toplumsal baskıya maruz kalmakta ve dini inançlara aykırı davranışlarda bulunanlara çeşitli cezalar uygulanmaktadır. Buna karşın, öğretilere uyum gösteren bireyler için ödüller sunan bir sistem bulunmaktadır. Üçüncü olarak, dini inanış, bireylerin sosyal kişiliklerinde önemli bir yer tuttuğu için, inananlar sosyal kararlarını genellikle dini öğretiler doğrultusunda şekillendirirler. (Selim & Bilgin, 2020).

Kadınların cezalandırılmasıyla ilgili en dikkat çekici konulardan biri, kadına yönelik şiddettir. Bu tür şiddet, hem toplumun ruh sağlığını olumsuz etkilemekte hem de insan hakları bağlamında ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Kadına yönelik şiddet, cinsiyet temelli bir durum olup, kadına zarar veren ve onu inciten davranışların tümünü kapsamaktadır. Şiddetin türüne göre fiziksel, ruhsal veya cinsel düzeyde olumsuz etkiler yaratıp, toplumsal ya da bireysel baskılarla kadının özgürlüklerini sınırlandıran davranışları içerebilir. Birleşmiş Milletler'in 1993 tarihli Kadına Yönelik Şiddete Karşı Bildirgesi'nin birinci maddesine göre, kadına yönelik şiddet, kamusal ya da özel yaşamda gerçekleşmesi fark etmeksizin, kadının fiziksel, ruhsal, sosyal, cinsel ve ekonomik açıdan zarar görmesine, acı çekmesine, onurunun zedelenmesine ve temel hak ve özgürlüklerini kullanmasının engellenmesine neden olan bir eylem olarak tanımlanmaktadır (Erenoğlu & Bayraktar, 2018).

Kadına yönelik şiddet, cinsel ve üreme sağlığı ile mental sağlık gibi pek çok sağlık riskini artırmakta ve ileri aşamalarda ölümle sonuçlanabilmektedir. Toplumsal ve sosyal bir problem olan şiddet, aynı zamanda birçok toplumsal problemin temelinde yer almaktadır (Kaplan, 2020). Dünya genelinde kadınlar, eşleri tarafından şiddete maruz kalmaya, üreme yeteneklerinden kaynaklanan ciddi sağlık sorunları yaşamaya veya yaşamlarını kaybetmeye devam etmektedir. Kadınlar, toplum ve aile baskısı gibi etkenler sebebiyle sağlık hizmetleri konusunda bağımsız

karar verememekte, sağlık kuruluşlarına erişimde ve bu hizmetlerden faydalanmada güçlükler yaşamaktadır (Başar, 2017). Bu çalışma kapsamında, kadına yönelik şiddet bağlamında kadın sünneti, kürtaj ve aile planlaması konularına ilişkin engellerin dini ve kültürel boyutlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

2. DİN, KÜLTÜR VE KADIN

İnsan, doğumundan itibaren bir toplumun üyesi olarak, o toplumun dil, din, yaşam tarzı ve düşünce biçimleri doğrultusunda kendisini var eder. Bu dinamik, toplumu oluşturan her bireyde kültür olarak tanımlanır. Kültür, toplumun tüm bireyleri tarafından paylaşılmakla birlikte, bireysel farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıkların oluşumunda eğitim düzeyi, yaş, evlilik durumu, ekonomik koşullar ve kadın ile erkek için tanımlanan toplumsal cinsiyet kalıpları önemli bir rol oynamaktadır (Çetin, 2016; Karakaya, 2018). Kadınlar ve erkekler, toplum içerisinde farklı roller, sorumluluklar ve görevler üstlenir. Bu roller, genellikle kişisel tercihlerden veya bireysel yeteneklerden ziyade, kültür tarafından şekillendirilen toplumsal cinsiyet normları doğrultusunda belirlenir (Cemallıoğlu, 2022). Kültür, toplumun gelenekleri ve inanışlarıyla, hem kadın hem de erkeklerin cinsel ve üreme sağlığının oluşumu ve sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Gelenekler, kadının yaşamının farklı evrelerinde (ergenlik, evlilik, gebelik, menopoz ve yaşlılık) cinselliği yaşama biçimine dair normları ve sınırları belirler (Kaya & Aslan, 2013).

Geçmişten günümüze kadınlar, cinsiyet ayrımcılığına maruz kalmıştır. Toplumsal cinsiyet eşitsizliğini gidermeye yönelik uygulamalar ve gelişmeler bulunmasına rağmen, kadınlar

günümüzde de toplumsal cinsiyet eşitsizliğiyle karşılaşmakta ve cinsel istismara uğramaktadır. Bu durumun temel nedenleri arasında, geleneksel cinsiyet rolleri ve normlarının şekillendiği toplumsal alanlar ile sosyalleşme süreçlerinin etkisi bulunmaktadır. Kadınlar, bekâretlerini kaybetme korkusu ve toplumsal baskılar nedeniyle, kendi rızalarıyla cinsel ilişkiye girmekten kaçınmaktadır. Ancak, rızaları dışında yaşanabilecek cinsel yakınlaşmaları engelleyebilmek için bedenleri üzerindeki kontrolü bir erkekle paylaşmak ya da bu kontrolü kendileri sağlamaya çalışmaktadır (Avcı & Özdeleli, 2015).

Dini inançlar, toplumsal cinsiyet algısı ve kültür üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu algılar aynı zamanda geleneksel, kültürel, toplumsal ve dini birçok faktörden beslenmektedir (Karakaya, 2018). Din, toplumsal cinsiyet algısının şekillenmesinde ve cinsiyet rollerinin farklılaşmasında bir etken olup, toplumda kadın ve erkek rollerinin, sorumluluklarının ve kimliklerinin belirlenmesinde etkili bir rol oynamaktadır. Din, temelinde kutsal kabul edilen değerler ve inanışlarla bağlantılıdır; bunun yanı sıra bireyin kişisel ve toplumsal yaşamında aldığı kararlar ve davranışlar üzerinde derin bir etkisi bulunmaktadır. Dinler, içinde bulundukları sosyo-kültürel yapılarla sürekli bir etkileşim içerisindedir. Din, kurumların şekillenmesinde önemli bir rol oynayıp, toplumdaki sosyal değerleri etkileyen güçlü bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu sebeple, toplumsal yaşamın hemen her alanında dinin etkisi hissedilebilir (Cemallıoğlu, 2022).

Tarih boyunca kadınlar, toplumların farklı değerlendirme biçimlerine tabi tutulmuşlardır ve çoğunlukla eşitsizliğe maruz kalmışlardır. Bazı toplumlar kadınları doğurganlıkları nedeniyle kutsal bir konuma yükseltirken, diğerleri kadınları yalanın, aldatmanın, düzen bozuculuğun ve büyünün kaynağı olarak nitelendirmiştir (Karakaya, 2018). Din ile kadın arasındaki

etkileşim sabit bir yapı sergilememekte; aksine, din toplumsal olaylar ve dinamiklerdeki değişimlere uyum sağlamaktadır. Dinin, kadınların toplumsal yaşamları üzerindeki etkisi oldukça çeşitli ve dinamik bir yapıya sahiptir. Dinler, kadının toplumdaki statüsünü bazen sınırlayıp zayıflatırken, bazen de güçlendirerek olumlu bir bakış açısı kazandırmaya katkı sağlayabilir. Bu nedenle, dini yapılar kadını hem bağımlı kılma hem de özgürleştirme potansiyeline sahiptir (Cemallıoğlu, 2022). Din, temelinde kadın-erkek ayrımı yapmaksızın tüm insanlara hitap eden evrensel mesajlar taşır ve bu mesajlar insanlara ahlaki ve etik açıdan doğru yolu göstermeyi amaçlar. Ancak, toplumsal ve kültürel olguların etkisiyle, bu mesajların etkileri erkekler üzerinde olumlu, kadınlar üzerinde ise olumsuz yönde şekillenebilmektedir (Karakaya, 2018).

Kültürü şekillendiren, dönüştüren ve kültürel yapıya süreklilik kazandıran en temel unsurlardan biri "din" dir. Din, felsefe ve ahlaktan daha eski olduğu gibi, kültürden de daha köklü bir geçmişe sahiptir. Nitekim din, hem kültürü hem de medeniyeti kapsayan geniş bir yapıya sahiptir (Güven, 2012). Kültür ve din arasındaki ilişki, etkileşim bağlamında iki şekilde değerlendirilebilir: İlk olarak, din, bireyin kişisel algılarını, uyması gereken kuralları ve kaçınması gereken yasakları şekillendirir. İkinci olarak ise, dinin kültüre üretkenlik açısından harekete geçirici bir etkisi bulunmaktadır. Bu etki iki farklı şekilde kendini gösterebilir: Bireylerin din anlayışlarının onları bir kültür yaratmaya yöneltmesi ve din anlayışlarının kişileri mevcut kültüre katkıda bulunmaya teşvik etmesi. Bu süreçler sonucunda din, kadın ve erkek rolleriyle ilgili anlayışların şekillenmesinde önemli bir rol oynar (Çetin, 2016).

Din ve toplumsal değer yargıları, kadınların toplumsal hayattaki konumunu şekillendirmekte ve rollerini tanımlamaktadır. İslam, kadınların toplum içindeki varlığını ve önemini göz

ardı etmese de, birçok Müslüman ülkede kadınların hak ettikleri değer ve saygınlık yeterince sağlanamamaktadır. Kadınlar hâlâ cinsel bir obje olarak görülmekte, toplum içindeki rollerine ise genellikle erkekler tarafından karar verilmektedir. Dolayısıyla genellikle babalarının kızı, çocuklarının annesi ya da eş olarak tanımlanmış; ancak farklı bir kimlikle kendini ifade etmek istediklerinde, bu durum çoğu zaman rol çatışmalarına ya da kimlik arayışlarına yol açmıştır. (Cemallıoğlu, 2022). Kadınların "annelik" vasfı, toplumun biyolojik devamlılığının kadına bağlı olması gibi gerekçelerle ona belirli bir değer atfedip, kadını Tanrı'nın emaneti olarak değerlendirmektedir. Kadından, aile için fedakârlık yaparak kendi istek ve arzularından vazgeçmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, çocuk büyütme ve yetiştirme süreci genellikle ebeveynlerin ortak sorumluluğu olarak görülmemekte; aksine, yalnızca annenin bir görevi olarak kabul edilmekte ve kadın evin "bekçisi" rolüne indirgenmektedir. Çocuk doğurmayan kadınlar ise toplumda çeşitli şekillerde baskıya maruz kalmaktadır. Din ve dinselliğin, toplumsal cinsiyetçi yapıların oluşumu, benimsenmesi ve güçlenmesinde önemli bir rol oynadığına dair varsayımlar, bazı araştırmaların nicel ve nitel bulgularıyla desteklenmektedir. Türkiye'de Bahattin Akşit ve ekibi tarafından gerçekleştirilen "Türkiye'de Dindarlık" adlı kapsamlı saha çalışmasında elde edilen veriler, toplumsal cinsiyet algısının muhafazakârlık ve yüksek dini eğilimlere sahip katılımcılar tarafından sıklıkla "annelik" kavramı üzerinden tanımlandığını göstermiştir. Katılımcılar, anneliği koruma, himaye ve çocuk eğitimi gibi rollerle ilişkilendirmiş ve bu durumu "kadının fıtratı" şeklinde dini referanslarla temellendirmiştir (Tunç, 2021).

Din ve kültür, kadın sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, dini ve kültürel inançlar kadının üreme ve cinsel sağlığını olumsuz yönde

etkileyebilmekte ve bu durum mortalite ile morbidite oranlarının artmasına yol açmaktadır.

3.DİNİ VE KÜLTÜREL İNANÇLARIN KADIN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Sağlık, yalnızca hastalıkların ve sakatlıkların yokluğu değil, bireyin fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik hali olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, fiziksel sağlık, organların fizyolojik bütünlüğünün korunması ve işlevselliğinin sürdürülebilmesi anlamına gelmektedir. Kadın sağlığı ise, anne karnında başlayan ve fetüsün gelişiminden itibaren bebeklik, ergenlik, yetişkinlik ve yaşlılık dönemlerini kapsayan, kadının yaşam süresi boyunca devam eden uzun bir süreçtir. Bu süreçte kadının yaşamı, biyolojik, çevresel, toplumsal ve kültürel pek çok faktörden etkilenmektedir (Şimşek, 2022).

Kültürel gelenekler, yapılan uygulamalar, inanışlar ve değerler kadınların toplumdaki yerini önemli bir şekilde etkilemektedir. Gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde kadınlar, genellikle sınırlı bir bağımsızlığa sahip olup, sağlıkla ilgili kararlarını alırken dahi sınırlı bir kontrol yetkisine sahiptirler (Musızvıngoza, 2020). Kültürel farklılıklar ve bu farklılıklara yönelik davranışlar, sağlık üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Örneğin, hangi korunma yönteminin tercih edilmesi gerektiği ya da korunma yöntemlerinin hiç kullanılmaması, gebelikte önerilen veya sakıncalı kabul edilen besinler, çocuk yetiştirme süreçlerinde önem verilen normlar, giyim kuralları ve kadın sünneti gibi uygulamalar, bu etkinin belirgin örnekleri arasında yer almaktadır. Plasentanın zamanında ayrılmadığı durumlarda, ateşte ısıtılan bir tuğlanın temiz bir kumaşa sarılarak kadının karın bölgesine bastırılması gibi,

kadının hayatını riske atan ve travma yaratma olasılığı yüksek olan kültürel inanç ve uygulamalara rastlanmaktadır. Bireyin sağlığa yönelik inanç ve davranışlarını nedeniyle sağlık risklerini önleyen uygulamalar, öncelik olarak kadın ve ailesinde oluşabilecek sağlık sorunlarını önleme ve kadının sağlığını geliştirmede etkisi bulunmaktadır (Aydemir ve ark., 2022).

Türkiye'de Kuzey ve Güney Akdeniz bölgelerinde, kızların bekâreti, erkek kardeşler için önemli bir toplumsal mesele olarak kabul edilmektedir. Küçük yaştaki erkek çocuklar bile, kız kardeşlerine yönelik toplumsal normlar ve beklentiler doğrultusunda yetiştirilmektedir. Dünya genelinde ise, kadının statüsünü olumsuz etkileyen ve değersizleştirilmesine yol açan uygulamalara başlık parası, istek dışı cinsel ilişki, düğün gecesi bekâretini kaybetme zorunluluğu ve kadın üzerinden ekonomik kazanç sağlama gibi durumlar örnek gösterilebilir. Kadının değersizleştirilmesine yönelik bir diğer örnek, Afrika'daki bazı kabilelerde görülen ritüellerdir. Bu ritüellere göre, kadın eşinin ölümünden sonra, eşinden tamamen bağımsız hale gelmek ve topluluğun kötülüklerden ve hastalıklardan arındırılacağı inancıyla, eşinin bir veya birden fazla erkek akrabasıyla cinsel ilişki yaşamaya zorlanmaktadır (Avcı & Özdeleli, 2015).

Bazı toplumlarda kadınlar hala jinekolojik sorunlar, infertilite, güvenli annelik ve aile planlaması gibi üreme sağlığı hizmetlerinden yeterince faydalanamamaktadır. Bu toplum-larda, kadınların aile içindeki konumları nedeniyle sağlık hizmetlerine erişim ve bu hizmetlerden yararlanma konusunda kendi kararlarını almakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu durum, kadınların ihtiyaç duydukları sağlık hizmetlerini almalarında gecikmelere yol açmaktadır (Eryılmaz, 2020).

Şiddet, insanoğlunun varoluşundan bu yana doğasında yer alan ve bastırılması gereken bir davranış biçimi olarak

tanımlanabilir. Şiddet, genellikle konuşma, ikna ya da inandırma gibi yöntemlerin yerine kaba kuvvet veya aşağılayıcı sözlerin kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bazı bilim insanlarına göre, insanların doğumdan itibaren savaşçı eğilimlere veya öldürme içgüdüsüne sahip olduğu ve bu tür düşüncelerin günümüzde de varlığını sürdürdüğü belirtilmektedir. Toplumsal cinsiyet bağlamında din, toplumun her alanında etkili bir faktördür. Din, kadınlara ve erkekler yönelik önyargıları oluşturan veya pekiştiren bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı dinler, özellikle İslam, Hristiyanlık ve Yahudilik, kadınlara ve şiddete ilişkin benzer düşüncelere sahiptir. Bu dinlerin temel kaynakları incelendiğinde, kadınlara ve şiddete yönelik yaklaşımlarında ortak noktaların olduğu görülmektedir (Pür, 2022). Kadına yönelik şiddet, öncelikli bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) de şiddeti "kadın sağlığı sorunları" kapsamında değerlendirmektedir. Ulusal ve uluslararası düzenlemeler yapılmasına rağmen, kadına yönelik şiddet geçmişten günümüze kadın sağlığı alanında en önemli problemler arasında yer almaktadır (Beji ve ark., 2021). Toplumsal kültürel inanışlar ve normlarla oluşan ve şekillenen kadın-erkek rolleri, şiddet ile ilgili konularda da toplumun oluşturduğu kültürel normlarla paralellik göstermektedir. Kadınlar, kendilerine atfedilen toplumsal rollere uymadıkları takdirde, çeşitli şiddet yöntemleriyle bu rolleri benimsemeye zorlanmaktadır (Albayrak, 2023). Kadına yönelik şiddetin önlenebilmesi için, bu eylemlerin cinsiyete dayalı bir ayrımcılık ve temel insan haklarının ihlali olarak kabul edilmesi gerekmektedir. (Nadir, 2013). Kadına yönelik şiddet, yakın çevredeki bireyler tarafından uygulanan fiziksel, psikolojik ve ekonomik şiddetin yanı sıra, cinsel istismar, fuhuşa zorlama, cinsiyet seçimine dayalı kürtaj, kürtaja izin verilmemesi, kız çocuklarının öldürülmesi veya kasıtlı olarak ihmal edilmeleri gibi çeşitli biçimlerde ortaya çıkmaktadır (Albayrak, 2023).

Kadına yönelik şiddetin din ve kültürel yönden etkileri ise, aile planlaması ve kürtajla ilgili kısıtlamalar, kadın sünneti gibi uygulamalar dünya genelinde görülmeye devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerde çeşitli kontraseptif yöntemlerin varlığına rağmen istenmeyen gebelikler sıkça görülmekte ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyon oranları yüksek seyretmektedir. Bir kadının kontraseptif yöntemlere erişimi veya bu yöntemleri etkili kullanımı, kültür ve din tarafından şekillenen bireysel inançlar dahil birçok faktörden etkilenebilmektedir (Srikanthan, 2008). Kültürel ve dini inançlardan dolayı etkin kontraseptif yöntemlerin kullanılmaması, istenmeyen gebeliklere yol açmaktadır. İstenmeyen gebelik durumunda ise kadınlar kürtaja başvurmaktadır. Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde güvenli kürtaj hizmetlerine erişim sınırlıdır. Bu durum, güvensiz yöntemlerle gerçekleştirilen kürtajların yüksek mortalite ve morbidite oranlarına yol açmasına neden olmaktadır (Iqbal, 2013). Dünya genelinde birçok ülkede, cenin ve bebek kavramları temel alınarak ahlaki değerlendirmeler yapılmakta; bu bağlamda kürtaj, yasal düzenlemelerle sınırlandırılmakta veya tamamen yasaklanmaktadır. İlahi dinler ise kürtajı genellikle tamamen yasaklamakta, ancak zorunlu durumlarda kısıtlı bir şekilde izin vermektedir (Komut, 2011). ABD'de Jones ve arkadaşları (2010) tarafından dini inanç ve kürtaj ile ilgili algı arasındaki ilişki araştırılan çalışmada, herhangi bir dini inançla bağlantısı olmadığını belirten kadınların kürtaj kararlarını kendi istekleri doğrultusunda alma oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ABD'de Fehring ve Ohlendorf (2007) tarafından yapılan çalışmada da, hayatında dinin önemli bir yer kapladığını, düzenli olarak kilise ziyaretine giden ve din hakkında geleneksel tutum ve inançları olan kadınların daha az kendi isteğiyle kürtaj yapmaya yönelimi olduğunu göstermiştir (Adalı & Çavlin, 2019)

Cinsel şiddetin en uç noktalarından biri ise kadın sünnetidir. Mısır firavunlarından beri daha çok Sahra altı Afrika

ülkelerinde yüzyıllardır devam eden bu uygulama bir yılda yaklaşık 2 milyon kıza uygulanmaktadır (Avcı & Özdeleli, 2015). Kadın sünnetinin görünen gerekçeleri farklılık gösterse de, temel amacı kadının cinsel ilişkiye girmesini ve cinsel haz almasını engellemektir. Sünnet, bu toplumlarda bekâretin sembolü olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla kadın sünneti, kadının cinselliğine yönelik bir baskılama biçimi olarak uygulanmaktadır (Soyer, 2014).

4.EBELİK BAKIMINDA DİNİ VE KÜLTÜREL İNANÇLARA YAKLAŞIM

Sağlık, kültürlere göre değişen göreceli bir kavram olup, biyolojik ve çevresel etmenler kadar, dini ve kültürel etmenlerden de etkilenmektedir (Öztürk & Öztaş, 2012). Din, gelenekler ve kültür, sağlık alanı ve bakımı üzerinde etkin ve önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Her bir bireyin dini ve kültürel inançlarına yönelik uygun bakım alma hakkı bulunmaktadır ve bu hak hem ulusal hem de uluslararası mevzuatlarla korunmaktadır (Tanrıverdi, 2021). Bu nedenle kadınların inanışları, kültürel değerleri ve uygulamaları, holistik ebelik bakımının önemli bir parçasıdır (Öztürk & Öztaş, 2012).

Ebelik bakımı, kültürel ve etnik farklılıklarla birlikte adalet, yararlılık, eşitlik ve insan onuruna saygı gibi etik ilkelerine dayanan, sosyal, duygusal, psikolojik, manevi ve bütüncül bir süreçtir. Bakım sürecinin her aşamasında, hizmet verilen bireylerin sağlık inanışları, inançları, iletişim özellikleri ve sağlık kontrol mekanizmaları dikkate alınmalıdır. Bireyin sağlık inançları ve davranışlarından kaynaklanabilecek sağlık risklerini önlemeye yönelik uygulamalar, kadının ve ailesinin sağlık sorunlarını önlemede ve genel sağlığını geliştirmede önemli bir

rol oynamaktadır. Kültüre yönelik bakım, bireyin tedaviye ve verilen bakıma uyum sürecini pozitif yönde etkilemektedir. Bu nedenle ebelerin, bakım verdikleri toplumun inanç, kültür ve geleneklerine yönelik bilgi sahibi olmaları, verilen bakımın kalitesini arttırmaya yardımcı olacaktır (Aydemir ve ark., 2022).

Ebeler, doğum öncesi, doğum ve doğum sonrası dönemde anne ve bebeğin genel takibini gerçekleştirmek ve bakımını sağlamakla birlikte, toplumun üreme sağlığını destekleyen ve mevcut sağlık sorunlarını belirleyerek bunlara yönelik bütüncül yaklaşımlar sunan önemli sağlık profesyonelleridir. Dolayısıyla, temel sağlık hizmetlerinin topluma ulaştırılmasında, toplumun sağlığın korunması ve geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedirler (Sadıç & Alparslan, 2021). Ebeler, mesleklerinin doğası ve cinsiyet rolleri nedeniyle kadınlar ve aile bireyleriyle daha yoğun bir etkileşim içerisindedir. Örneğin, aile planlaması hizmetlerinde, üreme sıklığının düzenlenmesi ve istenmeyen gebeliklerin önlenmesi süreçlerinde, kadın ve erkeğe eşit sorumluluk verilerek ailede eşitlikçi bir ortamın oluşmasına katkıda bulunabilmektedirler (Aktaş ve ark., 2018). Ayrıca ebeler, dini ve kültürel inanışların kadınlar üzerindeki negatif etkilerini ve yaşanan şiddet olaylarını erken farketme ve önlemede önemli rolleri bulunmaktadır. Kraliyet Ebelik Koleji, şiddete maruz kalan gebelere yönelik tıbbi yaklaşımda ebelerin rolüne dikkat çekmektedir (Sadıç & Alparslan, 2021).

Ebeler, kadınlara yönelik şiddeti erken fark etme, şiddetin belirtilerini tanıma, şiddeti tetikleyen faktörleri anlama ve şiddet mağduru kadınları koruma ile destekleyici müdahaleleri uygulama konusunda bilgi sahibi olmalıdır. Ancak bu süreçte, kendi duygularını, tutumlarını, dini inançlarını ve önyargılarını profesyonel davranışlarına yansıtmamalı; geleneksel yaklaşımlardan uzak, tarafsız ve etik bir şekilde hareket ederek şiddet mağduru kadınlara destek sağlamalıdır (Çilli ve ark.,

2019). Ebeler, kadınların geçmişte yaşadığı travmaların etkilerini göz önünde bulundurarak, fiziksel ve mental sağlıklarını hassasiyetle değerlendirmelidir. Özellikle cinsel şiddete maruz kalan kadınların, eşleri tarafından sağlık hizmetlerine bağımsız bir şekilde erişimlerinin engellendiği durumlar sıkça görülmektedir. Bu nedenle, ebeler, cinsel şiddete uğrayan kadınlarda şiddetle ilişkili belirti ve bulguları dikkatle tespit etmeli ve bu kadınlara bakım sunarken aile içi şiddetle ilgili tutumlarının din ve kültürel farklılıklara göre değişebileceğini unutmamalıdır. Bakım sürecinde kadınların dini ve kültürel inançları dikkate alınmalı ve kendilerine anlayabilecekleri bir şekilde bilgi verilerek destek sağlanmalıdır (Fırat & Satılmış, 2022).

5.SONUÇ

Dini ve kültürel inançlar, kadın sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bazı inançların kadın sağlığı üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmamakla birlikte, büyük bir kısmı kadının yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Dini ve kültürel inançlardan kaynaklanan şiddet türlerinin önlenmesinde, bu durumun tespit edilmesi ve kadınlara yönelik gerekli bilgilendirmelerin yapılması, ebelik bakımının kritik bir bileşenidir.

Kadın sağlığının korunması ve olası problemlerin önlenmesi için, toplumu, kültürünü ve inançlarını tanıma becerisine sahip, kadınlarla sürekli iletişim halinde olan en önemli sağlık profesyonellerinden biri ebeler olarak öne çıkmaktadır. Ebelerin, hizmet sundukları toplumun kültürel ve geleneksel yapısına dair bilgi sahibi olmalarının, sunulan bakımın kalitesini artıracağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

Adalı, T., & Çavlin, A. (2019). Türkiye'de Kürtajın Yaygınlığı ve Kürtaj Kararını Etkileyen Faktörler. *Sosyoloji Dergisi/Journal of Sociology, 39(2).*

Albayrak, E. (2023). Kadına Yönelik Şiddetin Gerçek Yüzü. *Sosyal Bilimlerde Güncel Çalışmalar-2*.

Avcı, K., & Özdedeli, K. (2015). Kadın cinselliği ve kültürel farklılıklar. *Kadın Cinsel Sağlığı*, *17*(1), 224-230.

Aydemir H, Öztürk Can H., & Tuna Oran N. (2022). Doğum Öncesi Dönemde Kültüre Dayalı Ebelik Bakımı ve Ebelik Bakımının Kültürel Bakım Modelleri ile İlişkisi. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences, 7(21), 49-56.*

Başar, F. (2017). Toplumsal cinsiyet eşitsizliği: Kadın sağlığına etkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (3), 131-137.

Beji, N. K., Kaya, G., & Savaşer, S. (2021). Ülkemizde kadın sağlığının öncelikli sorunları. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, *4*(1), 105-112.56.

Cemallıoğlu, M. (2022). Din Ve Kadın İlişkisinin Din Sosyolojisi Açısından İncelenmesi. *Eurasian Academy Of Sciences Social Sciences Journal*, 113-128.

Coşkun A, (2012). Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği: Sağlığa Yansıması Ve Kadın Sağlığı Hemşiresinin Rolü. *Hemşirelikte Eğitim Ve Araştırma, 9(3), 30 - 39.*

Çankaya, M. (2020). Kadın sağlık çalışanlarında kültürel değerler ile kariyer bağlılığı arasındaki ilişkide kariyer memnuniyetinin aracılık rolü.

Çetin, R. (2016). Kültürün öznesi ve nesnesi olarak kadın: Kadın ilmihalleri örneği. *Dinî araştırmalar*, *19*(49), 9-35.

Çilli, B., Ateş, N. A., & Küğcümen, G. (2019). Gebelikte fiziksel ve ruhsal şiddet durumunda ebelik yaklaşımı. *Haliç Üniversitesi sağlık bilimleri dergisi*, *2*(2), 1-14.

Erenoğlu, R., & Bayraktar, E. (2018). Kadına Yönelik Şiddetin Öğrenciler Gözü İle Değerlendirilmesi. *Uluslararası Kadın Kongresi: Sosyohukuki Perspektifte Kadının Yeri*, 157.

Eryılmaz, S. (2020). Toplumsal cinsiyet rolü ve kadın sağlığı. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 5-13.

Fathalla, M. F., Benagiano, G., & Schenker, J. (2023). Religion, women's health, and obstetrician-gynecologists. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, *161*(1), 57-62.

Fırat, B. Ö., & Satılmış, İ. G. (2022). perinatolojide özel gruplar ve hemşirelik bakımı. *Izmir Democracy University Health Sciences Journal*, *5*(3), 664-680.

Güven, M. (2012). Kültürün bir unsuru olarak din. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 933-948.

Iqbal, M. (2013). *The reconstruction of religious thought in Islam*. Stanford University Press.

Kaplan, B. (2020). Şiddetin toplumsal taşıyıcısı olarak flört şiddeti: Ankara örneği. *Kent Akademisi*, *13*(3), 526-538.

Karakaya, H. (2018). Toplumsal Cinsiyet Algısı, Din Ve Kadın. *Journal Of Analytic Divinity*, *2*(2), 36-62.

Kaya, Y., & Aslan, E. (2013). Kadın cinselliğinde gelenekler ve kültür. *Androloji Bülteni*, *54*(1), 214-217.

Komut, S. (2011). Türkiye'de kadın, cinsellik ve kürtaj. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, *3*(1).

Musızvıngoza, R., (2020). Kadın Sağlığının Sosyo-Kültürel Belirleyicileri: Zimbabve'de 15–49 Yaş Grubundaki Anne Adaylarının Doğum Ve Sağlık Hizmetleri Süreçlerinin İncelenmesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Doktora Tezi, Bursa.

Öztürk, E., & Öztaş, D. (2012). Transkültürel hemşirelik. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, *1*(1), 293-300.

Pür, İ. (2022). Şiddet din ve kadın.

Sadıç, E., & Alparslan, Ö. (2021). Kadına yönelik şiddet ve adli ebelik. *Meyad Akademi*, *2*(2), 150-162.

Selim, S., & Bilgin, D. (2020). Dini inanışlara göre doğurganlığı etkileyen faktörlerin etkileşim hipotezi açısından araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *22*(4), 1005-1019.

Shah IH, Åhman E, Ortayli N. Access to safe abortion: progress and challenges since the 1994 International Conference on Population and Development (ICPD). Contraception. 2014 Dec;90(6 Suppl):S39-48. doi: 10.1016/j.contraception.2014.04.004. Epub 2014 Apr 13. PMID: 24825123.

Soyer, S. (2014). Kadin sünneti: Kültürel dayanaklari ve yol açtiği sorunlar. *EKEV Akademi Dergisi*, *18*(60), 403-414.

Srikanthan, A., & Reid, R. L. (2008). Religious and cultural influences on contraception. *Journal of obstetrics and gynaecology Canada*, *30*(2), 129-137.

Şahin, K., & Toprak, S. (2016). Kültürel Ve Dinsel Perspektifte Kadın Kimliği. *Electronic Turkish Studies*, *11*(18).

Şimşek, S. (2022). Türkiye'de Kadın Sağlığı Sorunları Ve Etkileyen Faktörler. *World Women Studıes Journal*, *7*(1), 37-44.

Tanriverdi, G. (2021). Interreligious Nursing: A conceptual framework: Dinlerarası Hemşirelik: Kavramsal bir çerçeve. *Journal of Human Sciences*, *18*(2), 282-291.

Tunç, H. (2021). Türkiye'de Kadın ve Din Çalışmaları Üzerine Bir Araştırma. *Antakiyat*, *4*(1), 175-190.

Tunç, H. (2021). Din Ve Toplumsal Cinsiyet Lise Gençliği Üzerine Bir Araştırma, İksad Yayınevi, Sayfa 59-60.

Yeter, E. (2015). Toplumsal cinsiyet bağlamında kadının özneliği ve din. *Çukurova Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi (ÇÜİFD)*, *15*(2), 189-210.

İSKEMİK İNMEDE FERROPİTOTİK MEKANİZMALAR

Özge ALTINTAŞ KADIRHAN[9]

1. GİRİŞ

Ferropitoz terimi ilk olarak Dixon ve arkadaşları tarafından öne sürülen ölümcül seviyede demir bağımlı lipid peroksit radikalleri oluşumu sonucu meydana gelen programlı hücre ölümüdür (Dixon SJ. ve ark.,2012). Oksidatif stres ve inflamasyonla ilişkili olsa da ferropitozun primer tetikleyicisi mitokondrial reaktif oksijen radikalleri (ROS) değil, lipid peroksit radikalleri olduğu savunulmaktadır (Feng H. ve Stockwell BR. 2018). Ferropitoz, programlı hücre ölümü olmakla birlikte, diğer formlar olan apoptoz, nekroz, otofaji ve piroptoz hücre ölüm şekillerinden fizyolojik, morfolojik ve genetik olarak farklıdır. Morfolojik olarak, ferropitotik hücreler kromatin kümeleşmesi, organellerin şişmesi veya plazma membran rupturunu göstermez, özellikle primer bulgular mitokondrinin küçülüp, membran yoğunluğunun artması ve mitokondrial krista

9 Kırklareli Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Kırklareli, Türkiye.

aozge@klu.edu.tr. ORCID: 0000-0002-6943-9586.

cep sayısı azalmasıdır (Dixon SJ. ve ark.,2012). Ferropitoz pro-ferroptotik ve anti-ferropitotik faktörler arasındaki dengenin bozulması ile başlar. Bu dengeyi bozarak ferropitozu hücre içi glutamat, poliunsature yağ asitleri (polyunsaturated fatty acid-PUFA) ya da demir birikimi ya da endojen ferropitotik inhibitörler olan GSH, NADPH , glutatyon peroksidaz 4 (GPX4) veya vitamin E tüketilmesi tetikleyebilir (Stockwell BR. ve ark.,2017).

Ferropitoz son dönemlerde özellikle iskemik inme, serebral hemoraji, subaraknoid hemoraji amiloid lateral skleroz gibi nörolojik hastalıklarla ilişkisini gösteren birçok çalışmanın yayınlanması ile ilgi alanı olmuştur (Weiland A, ve ark. 2019). İskemik inmenin dünya çapında mortalite ve morbidite açısından ilk sıralarda yer alması ve tüm inmelerin %70'ini oluşturması nedeni ile iskemik inme birincil koruma, ve inme sonra oluşan kurtarılabilir beyin dokusunun korunmasına yönelik tedavi seçeneklerinin geliştirilmesi günümüzdeki çalışmaların önemli konusu olmaktadır (Feigin, Valery L ve ark.,GBD 2019 Stroke Collaborators -2021).

Bu derlemede öncelikle ferropitozda rol alan potansiyel düzenleyici yolakları tartıştıktan sonra iskemik inmede ferropitozun patofizyolojik yolakları ve olası tedavi seçenekleri tartışılacaktır.

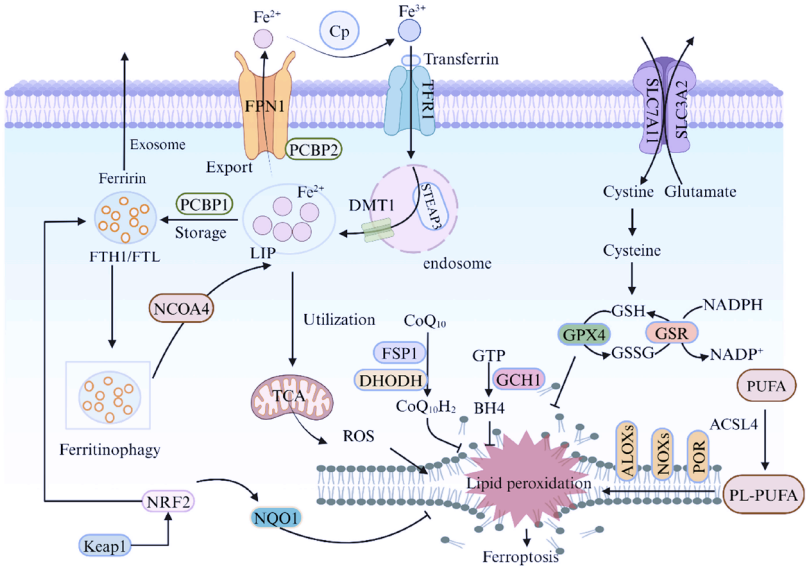
1.FERROPİTOZUN MOLEKÜLER MEKANİZMALARI:

Ferropitoz 3 ana metabolik yolaklarla ilişki içindedir;

- Demir metabolizması
- Lipid peroksidasyonu
- Mitokondrial metobolizma

Ferropitoz Mekanizmaları Şekil 1'de gösterilmektedir (Chai Z, Zheng J, Shen J. 2024).

Ferropitotik hücre ölümü, üç ana alandaki ferropitotik defans mekanizmalarının ferropitoz indükleyicilerine karşı dengenin bozulması ile tetiklenir.



Şekil 1. Ferrropitoz Mekanizmaları (Chai Z, Zheng J, Shen J. 2024)

1.2.Demir Metabolizması

Enzimatik reaksiyonlar, mitokondrial fonksiyonlar ve DNA sentezi için önemli rol alan demir duodenal hücrelerden emilerek birçok biyolojik yolakta görev almaktadır. Fe^{+2}'den Fe^{+3}'e çevrilmesi özellikle biyolojik yolaklarda etkinliğini arttırmaktadır (Dutt S, Hamza I, ve Bartnikas TB.,2022). Spesifik demir depo proteini olan Transferrin veya serum taşıyıcısı olan Ferritine bağlanmadan serbest formdaki demir hücre altı seviyede, hücre seviyesinde ve organ seviyesinde oksidatif stresi

tetikleyebilir (Corradini E, Buzzetti E, Pietrangelo A., 2022) . Yapılan çalışamalarda erastin, hücre içi demir birikimini tetikleyerek Fenton reaksiyonu sonucu hidroksil radikalleri seviyesi artmasına neden olur ve bu durumda antioksidatif sistem yolaklarının hücreyi koruyacak kapasitede çalışamadığı ortaya koyulmuştur (Halcrow PW. ve ark. 2021). Fe^{+2}'nin oksidatif seviyesi Fe^{+3}'ün oksidatif seviyesine göre 5 kat daha fazla olup Fe^{+3}'ün hidroksil radikal konsantrasyonu Fe^{+2}'nin konsantrasyonu ile orantılıdır (Rauhala P. ve Chiueh CC.,2000). Fe^{+2}'nin Fe^{+3}'e oksidayonu plazmada seruloplazmin veya hephaestin ile olup kanda transferrine bağlanarak taşınır (Sokolov AV ve ark. 2017). Seruloplazmin özellikle Fe^{+2} tarafından fenton reaksiyonu ile oluşturulan reaktif oksijen radikalleri yapımını inhibe ederek oksidatif strese karşı koruma sağlar. Ayrıca seruloplazmin hücre içi Fe^{+2} demir birikimini ferroportin ile hücreden atarak demir metabolizmasında rol alır (Bakhautdin B, Goksoy Bakhautdin E, ve Fox PL., 2014). Doku ve organlara demiri taşıyan glikoprotein yapıdaki transferrin kanda ortamın pH'ına bağımlı olarak demir iyonlarını (Fe^{+3}) geri dönüşümlü bağlanır. Nötral pH'da ekstraselüler transferrin demiri bağlarken, asidik ortamda demir serbestleşir (Chen X.ve ark.,2020). Transferrin, transferrin reseptör 1 ile kompleks oluşturarak endositoz ile hücre içine alınır. Endosom içi asidik ortam olduğundan Fe^{+3} transferrinden ayrılarak; prostat 3 epitelyal ferrik redüktaz transmembran antijen (STAMP3) veya duodenal sitokram b (DCYTB) ile Fe^{+2}'e redükte edilir. Bivalent metal transporter olan DMT1 ile endozomal membrandan sitozola aktarılır. Serbest Fe^{+2} redükte glutatyona (GSH) bağlanarak, sitozolde demir havuzu oluşturur. Demir şaperon proteinleri 1/ 2 (PCBP1/2) demir depolanması, kullanılması ve hücreden atılmasını kontrol eder (Kosman DJ,2020).

Serebral demir seviyeleri primer olarak kan beyin bariyeri (Blood-Brain Barrier-BBB) ile kontrol edilir. Demir holo-

Transferrin ve transferrin bağlı olmayan demir olarak endotelyal mikrovaskuler hücrelere alınabilir. Sıklıkla demir, Holo-transferrin endositoz ile hücreye alınır ve bu yolak retiküler proteinlerle kontrol edilir. Transferrine bağlanmadan sitrat ya da diğer bileşenlerle bağlanarak hızlı bir şekilde BBB geçebilir; ama fizyolojik olarak nasıl rol oynadığı açıklık kazanmamıştır (You L ve ark 2022). Ferritinin hafif ve ağır zincir olmak üzere iki formu vardır. Ağır zincir Ferritin formu ile Fe^{+3} bağlanarak demir iyonlarının emilimini sağlarken, hafif zincir ferritin formu uzun süreli depolama fonkiyonunu kontrol eder. Özellikle demir Fe^{+3} formunda ferritinde depolanarak oksidatif stresi tetiklenmesi önlenir (Reinert A. ve ark 2022). Ferrinopati durumunda ferritin yıkılarak hücre içi demir havuzu labilitesi artar ve ferropitoz indüklenir. Hücre içinde demirin taşınması önemli ölçüde mitokondri organeline olmaktadır (Hou W ve ark. 2016).

Hücre içine giren demir önemli bir miktarda mitokondride hem dış hem iç membrandaki mitokondrial matrikse transfer edilerek heme ve demir-sulfur sentezinde rol alır. Dış membrandan demir DMT1 (SLC11A2); iç membrandan ise mitokondri demir transporter 1(MFRN1, SLC25A37) ve mitokondri demir transporter 2 (MFRN1, SLC25A28) ile taşınır (Bogdan AR, ve ark 2016).

Demir homeostazı emilim, taşınma ve depolanma olmak üzere translasyonel olarak demir regülatör protein (IRP1), sitoplazmik akonitaz (ACO1) ve demir bağımlı element bağlayıcı protein 2 veya IREB2 tarafından regüle edilen demir regülator protein 2 (IRP2) yolakları ile düzenlenir. IRP ve RNA bağlayan proteinler özellikle mRNA sabilizasyonu ve translasyonunda enhancer ya da inhibitör olarak görev alırlar (Zhou ZD,ve Tan EK 2017).

Ferritinden demir salınımı ferritinofaji ile gerçekleş-mektedir. Demir yetersizliğinde multifonksiyonel otofaji reseptör nüklear koaktivitar reseptör 1 (NCOA1) ferritini tanıyarak otofajik protein MAP1LC3 α(mikrotubul ilişkili protein 1 hafif zincir 3) ile birleşir. Oluşan fagozom lizozomla birleşerek ferritini parçalar hücre içi serbest demir havuzuna salar. Demir düzeyi yeterli seviyeye geldiğinde HERC2 ubiquitin ligaz ferritinofaji reseptör NCOA4'ün ubikuitinizayon ve proteozamal degregasyonunu sağlayarak ferritin otofajisinin bazal seviyede devam etmesini ve böylece hücresel demir havuzunun stabilizasyonu sağlar. Ferritinofaji reseptör NCOA4'ün modülasyonu serebral hipoksi ve demir eksikliğinde ortaya çıkan hipoksi ileindüklenen faktör-2alfa (HIF2α) ile de olmaktadır (Zhao H ve ark, 2023).

Fenton reaksiyonu sonucu ortaya çıkan serbest radikallerin Nrf2(The nuclear factor (erythroid-derived 2)-like 2 (Nrf2) transcription factor)'nin nukleusta antioksidatif respons elementlerin (AREs) translasyonunu indüklemesi ile detoksifikasyonu sağlar. Özellikle Nrf2 intraselüler stres durumunda demir metabolizması, heme sentezi ve hemoglobin katabozlimasında rol alarak demir depolanması ve demir aracılı oksidatif stres durumlarında aktif rol almaktadır(Liu Z ve ark 2020).

1.2. Lipid Metabolizması

Fosfolipid peroksitleri (PLOOH), reaktif oksijen radikalleri (ROS) sınıflamasında yer alır ve plazma membran yapısal bütünlüğünün ferropitoz ile yıkımı sonrası birikir. Demir bağımlı lipid peroksidasyonu, fosfolipid peroksitleri oluşumu poliunsature yağ asitlerininden (PUFA) hidrojen atomlarının ekstraksiyonu ile oluşan serbest radikal reaksiyonlarını içerir (Liang D, Minikes AM, Jiang X. 2022). Poliansature yağ asitleri

ve fosfolipid döngüsünde yer alan enzimler ferropitozda önemli rol oynar. Özellikle uzun zincirli asetil-CoA sentaz (ACSL) ailesindeki 5 üyeden biri olan ACSL4 enzimi ferropitozde önemlidir. Sitokrom P450 redüktaz aracılı lipid peroksidasyonu, hücredeki redoks homeostazı, lipid desatürasyonunun regülasyonunda ve elongaz aktivitelerinin regülasyonunda görev alır (Zhang HL ve ark.2022) . Ferropitozdaki rolü ise ferröz demir (Fe^{+2}) varlığında fenton reaksiyonları ile serbest radikaller (hidroksil radikalleri) oluşturulması ve PUFA-PL peroksidasyonu ile membran yapısal bütünlüğü bozulmasına neden olmasıdır (Li C ve ark 2021).

1.3. Mitokondri Metabolizması

Biyosentez, biyoenerji ve ROS regülasyonunda aktif rol alan mitokondri ferropitozda kritik öneme sahiptir. İlk olarak mitokondrial ROS yapımı, lipid peroksidasyonu ile artarak ferropitozu tetikler. Mitokondri ATP (adenozin trifosfat) üretim döngüsünde yer alan elektron transport zinciri ve proton pompası aktivasyonları enerji fazlalığında ferropitozun oluşumunu kolaylaştırır. Biyosentezdeki rolü olarak mitokondri trikarboksilik asit (TCA) döngüsünde glutamin seviyesi artışı ile ferropitozu tetikler. TCA'da glutaminoliz ile lipid ROS birikimi artarak ferropitoz tetiklenmesi gerçekleşir (Gan B,2021).

2. FERROPİTOZDA İNHİBİTÖR DEVRELER:

Ferropitoza karşı en iyi tanımlanmış dört önemli savunma mekanizması vardır.

2.1 GPX_4-GSH sistemi:

Gpx4, GPX protein ailesinden olup redükte glutatyonu (GSH) okside glutatyona (GSSH) çevirerek sitotoksik lipid peroksitlerini non-toksik lipid alkollerine dönüştürmektedir. Bu

şekilde hücresel membran bütünlüğü korunmasına katkı sağlamaktadır. Glutatyon redüktaz (GSR) GSSHi tekrar GSHa dönüştürerek hücresel GSHin belli seviyede kalmasını regüle ederek oksidatif hasara karşı koruma sağlar. Genetik ya da farmakolojik inhibitörlerle Gpx4 inhibisyonu olursa lipid peroksidasyonu kontrol edilemeyerek ferropitoz tetiklenir. İntraselüler glutatyon ve selenyum suplementasyonu ile Gpx4 aktivitesi artar ve Gpx4 protein seviyesi hücre içi ubikuitinazyon, fosforilasyon, glikolizasyon ile posttranslosyonel olarak modifiye edilir. Ayrıca yeni yapılan çalışmalarda sitozolik Gpx4ün tek başına değil mitokondrial Gpx4 ile ferropitoza karşı savunma sağladığı gösterilmiştir (Cui C, Yang F, ve Li Q, 2022) .

Xc^- sistem ekstraselüler sisteini intraselüler aralığa taşırken intraselüler glutamatı ekstraselüler alana taşıyan pompa aktivitesini regüle ederek glutatyon biyosentezine katkıda bulunur ve ferropitoza karşı hücresel savunma mekanizması oluşturur (Koppula P, Zhuang L, ve Gan B.2021).

2.2. FSP1-$CoQH^2$ sistemi:

GPX4 sistemi ile paralel olarak çalışan bu mekanizmada fosfolipid peroksidasyonu ve ferropitozu inhibe eder. Ferropitoz supresör protein 1 (FSP1) plazma membranında lokalize olup Nrf2 için transkripsiyonel hedeftir. FSP1 koenzim Q_{10} (CoQ_{10}) - ubiqinol- ün CoQ_{10}-H^2-ubikuinole-çevirerek lipid peroksil radikallerin oluşumunu engeller, mitokondrial elektron transport zincirinde aktif rol oynar (Doll S ve ark. 2019).

2.3. DHODH-$CoQH_2$ sistemi:

GPX_4 inhibe edildiğinde mitokondrial savunma sistemi olarak DHODH-CoQH2 sistemi devreye girer. Sitozolik FSP1 sisteminin mitokondrial versiyonu olan bu sistemde

antiferropitotik lipofilik antioksidan olan CoQ_{10}-H2-ubikuinol-yapımını sağlar (Amos A ve ark 2023).

2.4.GCH1-BH_4 sistemi:

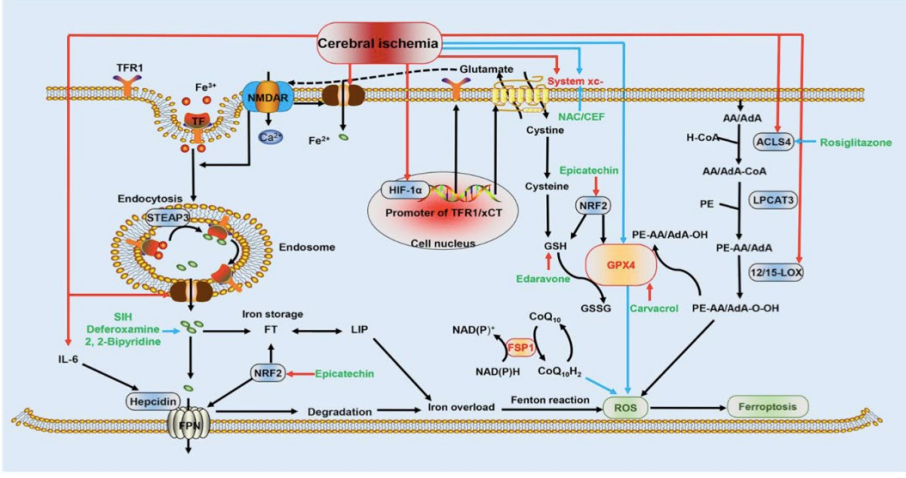
Guanozin 5'-trifosfat (GTP) siklohidrolaz 1 (GCH1) tetrahidrobioptrin (BH4) yolağı lipid peroksid birikimini önleyerek ferropitoz regülasyonunda rol alır. GCH1, hız kısıtlayıcı enzim olarak BH4 yolağında yer alır. BH4 endojen kofaktör olarak nitrikoksit sentaz (NOS) üretiminde yer alır lipidleri oksidasyona karşı korur (Liang D ve ark. 2023).

3. İSKEMİK İNMEDE FERROPİTOZUN YERİ:

İskemik inme, Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre mortalite ve morbiditenin en sık nedeni olarak gösterilmektedir (Mozaffarian D ve ark, 2015). Ani kan akımı tıkanıklığı sonucu ilgili serebral dokuda geridönüşümsüz hasar ve fonksiyon kaybı ile karakterizedir. Birçok patofizyolojik yolak iskemik inmede geri dönüşümsüz hasara yol açsa da, bunlar arasında en önemlisi oksidatif stres olarak karşımıza çıkmaktadır. İskemik beyin dokusunda, ROS artışı, serbest oksijen radikalleri artışı, antioksidan enzimlerin deaktivasyonu ile antioksidatif mekanizmaların yetersizliği meydana gelmektedir. Süreçte lipid ve proteinlerin peroksidasyonu, nuklear DNA hasarı ve hücre ölümü meydana gelmektedir. Aynı zamanda oksidatif hasar, sadece iskemik beyin dokusunda sınırlı kalmayıp çevre sağlıklı beyin dokusuna da yayılmaktadır (Dirnagl U, Iadecola C. ve Moskowitz MA, 1999). Birçok çalışma, ferropitozun iskemi-reperfuzyonun nöronal hasar oluşumda regülatör rol oynadığını göstermektedir. Serebral iskemi ile oluşturulan deneysel fare modelinde ferropitoz inhibitörleri olan ferrostatin-1 veya liproxstatin-1 verilmesi sonrası istatiksel anlamlı olarak daha küçük serebral infarkt alanları saptanmıştır (Tuo QZ ve ark.

2017). Aynı şekilde deneysel olarak serebral iskemi oluşturulan sıçan çalışmalarında ferropitoz inhisyonu olan gruplarda, iskemik inme başlangıcı ve gelişimini önleyebildiği gösterilmiştir (Lan B. Ve ark 2020). Özellikle ferropitoz inhibisyonu ile iskemik hasarın azalmasının ferropitoz ile salınması tetiklenen pro-inflamatuar mediatörlerin de salınımının azalmasının rol aldığı tartışılmıştır. Ek olarak ferropitoz ile ilişkili serebral hasarın reperfüzyon fazında primer rol aldığı, bunun nedeni olarak da ferropitoz tetikleyicileri olan demir , ACSL4 seviyesinde artışın ve GPX4 seviyesinde azalışın reperfüzyon fazında belirgin olduğu gözlemlenmesi gösterilmiştir (Hambright, W. S ve ark 2017).

Ferropitoz ve serebral iskemi arasındaki mekanizmalar kompleks olmakla birlikte iskemik olay sonrası ferropitoz aktivasyonunu sağlayan demir seviyerinde aşırı artış, sistem xC- tarafından upregüle edilen eksitatör toksitite ve ACSL4 over ekspresyonu tarafından regüle edilen lipid peroksidasyonu ana mekanizmalar olarak savunulmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. İskemik İnmede Ferropitoz Mekanizmaları (She X ve ark. 2020)

3.1. İskemik İnmede Demir Metabolizmasının Disregülasyonu

Serum demir, ferritin ve transferritin saturasyonları seviyeleri; iskemik inme riski ve kötü klinik gidişat ile ilişkili bulunmuştur. Serebral iskemi/reperfüzyon hasarı sonrası demir metabolizması disregülasyonu sonucu beyin dokusunda demir birikimi meydana gelir. Serebral dokuda transferrin, ferritin ve transferrin (TF) reseptör ekspresyonu iskemi ve hipoksi durumunda artar (Cojocaru IM ve ark. 2013). Mikroglia hücrelerinde var olan transferrin ilişkili ve transferrin ilişkili olmayan Bivalant metal transporter (DMT1) demir alımında merkezi rol oynar. Serebral iskemi sırasında meydana gelen asidik ortamda DMT1 ekpsresyonu artarak, demirin transferrine bağlanmasını inhibe eder ve beyin dokusunda labil demir seviyesini arttırır. Nöronlar serbest demiri alarak intraselüler demir yükünü arttırır (Palmer C ve ark. 1999). 67 iskemik inme vakasının dahil edildiği bir çalışmada iskemik inme gelişimden ilk 24 saat sonrasında serum ferritin seviyelerinde yüksekliğinin kötü klinik gidişat ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Dávalos A ve ark. 1994). 100 iskemik inme hastanın dahil olduğu çalışmada ise inme başlangıcından sonraki ilk 24 saatte artmış serum ferritin seviyesinin erken dönemde nörolojik defisit ve hızlı inme progresyonu ile ilişkisi saptanmıştır (Dávalos A ve ark. 2000). İkinci olarak da serebral iskemi sonrası pro-infalamatuar mediatör IL-6'nın ekpresyonunun artışı serebral demir birikimi ile ilişkilendirilmiştir. IL-6 ile hepsidin ekspresyonun arttığı ve sonuçta hücre içinden dışına demiri salan Ferropontin (FPN1) seviyelerinde negatif regülasyon yaparak hücre içinde demir birikimine neden olduğu gösterilmiştir (Ding, H ve ark. 2011). Üçüncü olarak iskemik inmede hipoksi ile indüklenen faktör 1-α (HIF-1α) Transferrin (TFR-1) reseptör-1 ekspresyonunu artırır. TF-TFR-1 yolağı nöronlara demir emilimini gerçekleştiren bir

yolak olduğu için, artan ekspresyonlarda nöronal demir yüklenmesi meydana gelir (Tang, W. H ve ark 2008).

Serebral demir birikimin iskemiyi arttırdığı gösteren çalışmalar yanında, demir birikimini bloke eden ajanların tedavide kullanılmasının koruyucu etkisi olabileceğini de araştıran çalışmalar yayınlanmıştır. İskemik inme hastalarında hepsidin ve demir seviyelerinin yükseldiğini gösteren çalışmalardan sonra desferoksamin gibi demir şelatörlerinin kullanımının labil demir seviyelerini azalttığı, serebral dokuda demir seviyesini düşürdüğü ve sonuçta nöronal hücre hasarının azaldığı gösterilmiştir (Xing, Y ve ark. 2009). Deneysel hayvan modelinde, kalıcı serebral iskemi yapılan sıçanlarda 2,2-bipiridin demir şelatörü olarak kullanılmış ve nöronal koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır (Demougeot C ve ark. 2004).

3.2 İskemik inmede Lipid Metabolizmasının Disregülasyonu:

İnsan vücundaki total yağ dokusu indeksi en yüksek olan adipoz dokudan sonra insan beyni %60'nın yaklaşık lipid yapısında olmasından ötürü ikinci sırada gelir (Barón-Mendoza I ve ark. 2022). İskemik inme, ROS oluşumu ve oksidatif stres tetiklenmesi sonrası lipid peroksidasyonunu tetikler. İskemik inme sonrası gelişen patofizyolojik yolaklar ACSL4'nin rol oynadığı PUFA sentezini disregüle eder. İskemik inme ile artan HIF 1α ekspresyonu ACSL4 transkripsiyonunu inhibe eder. ACSL4 over ekspre olduğu durumlarda hücre yaşam döngüsünün azaldığı, lipid peroksidasyonunun arttığı, iskemik inme hasarını kötüleştirdiği gösterilmiştir (Cui Y ve ark. 2021). Ferropitoz inhibitörü verilen serebral iskemi reperfüzyon hasarı yapılan sıçanalarda ACLS4 ile oluşan infarkt hacmi azaldığı, serebral kan akımı hacmi etkilenmediği gösterilmiştir (Tuo QZ ve ark. 2022). İv-Rosiglitozunun terapötik etkisinin incelendiği serebral iskemi

reperfüzyon deneysel modelinde ACSL4 aktivitesini represe ettiği, serebral fonksiyonları koruduğu ferropitozu inhibe ettiği gösterilmiştir (Sayan-Ozacmak, H., ve ark. 2012). Sonuç olarak ACSL4 upregülasyonu, iskemik inme sonrasında nöronlarda ferropitozu indükleyerek, iskemik hasarı arttırmaktadır.

3.3 İskemik İnmede Aminoasit Metabolizmasının Disregülasyonu

Glutamat, santral sinir sisteminde primer eksitatör nörotansmitter olarak görev almaktadır. Nöronal hücre içi aktivite, sinaptik aktivite, plastisite, ağrı iletimi, öğrenme ve bellek mekanizmalarını regüle eder (Arteaga Cabeza O ve ark. 2021). Eksitotoksitite, uzun süreli, yüksek seviyede glutaminerjik duruma maruziyet olarak tanımlanmaktadır (Castillo J ve ark.1990). Ferropitoz patofizyolojinde önemli bir mekanizma olan glutaminerjik eksitotoksitite iskemik inmede de önemli nöronal hasar verici mekanizmalardandır. Özellikle gulutamat salınımının inhibe edilmesi, glutamatın sinaptik aralıktan temizlenmesinin hızlanması ve reseptörlerinin blokajının iskemik inmede serebral hasarı azaltıcı yönde etki edeceği düşünülmektedir (Chao N ve Li ST 2014). Glutamat artışı ile sfingomyelinaz aktivasyonunu ve sfingozin birikimi sonucu ROS yapımını ve birikimini tetiklenmektedir. Sonrasında mitokondri iyon kanalları açılarak geçirgenlik iletimi etkilenmekte, dış membran hasarı ile sistem Xc^- bağımlı ferropitoz meydana gelmektedir Novgorodov SA ve ark. 2018). Deneysel transient orta serebral arter okluzyonu ile oluşan serebral iskemi reperyüzyon sıçan modelinde Xc^- aktivitesinin iskemi ile aynı süreçte başladığı, mikroglia/makrofaj, nöron, astrositlerde Xc^- protein seviyesinin arttığı gösterilmiştir (Domercq M ve aark. 2016). Sonuç olarak, iskemik inme sonrası sistem Xc^-

ekspresyonu artarak nöronlarda glutamat salınımını tetikler, oluşan bu eksitotoksik etki ile ferropitoz tetiklenmektedir.

Glutatyon endojen ferropitoz inhibitörü olarak rol oynamaktadır (Zhang Y ve ark. 2021). Oksidatif stres durumunda glutatyon seviyeleri azalmakta ve özellikle iskemik inmede azalan glutatyon seviyeleri inme ciddiyeti ile ilişkilendirilmiştir. GPX4 protein ekspresyonu in vivo ve in vitro iskemik inme modellerinde azaldığı saptanmıştır (Zhu H ve ark 2020). Liu ve arkadaşların yaptığı deneysel çalışmada edaravone etken maddesi serbest radikal temizleyicisi olarak olarak verilmiş iskemik inme sonrası infarkt hacmi ve fonksiyonel engellilik durumunu iyileştirdiği, ferropitotik mekanizmalardan özellikle GPX4 ekspresyonunu ve GSH seviyelerini arttırdığı gözlemlenmiştir (Liu W ve ark. 2022).

3.4 İskemik inmede Ferropitozla ilişkili diğer Mekanizmalar:

Nrf2 (NRF-2 (Nüklear faktör eritroid 2 ile ilişkili faktör-2) anti-ferropitotik, anti-apoptotik, hücre içi kalsiyum birikimi önlenmesi, anti-oksidatif ve anti-inflamatuar yolaklarda görev alarak redoks reaksiyonlarını serebral hücrelerde düzenler (Ma, Q. 2013). Özellikle iskemik inme sonrası oluşan oksidatif stres eliminasyonunda aktif rol oynamaktadır. İskemi-reperfuzyon hasarında, Nrf2 nukleuse transloke olarak inflamasyonu inhibe edici yolakların transkripsiyonunu arttırır. Nrf2 özellikle, ferritin ağır zincir 1, FPN1, GSH ve GPX4 genlerini hedef alarak antiferropitotik rol oynamaktadır (Ma, Q. 2013). Nrf2, özellikle hedef antiferropitiotik ajan olarak iskemik inme tedavisinde umut vaat etmektedir.

4. İskemik İnme Yeni Bir Umut Olarak Ferropitoz İnhisyonu Görülebilir Mi?

Serebral iskemi ferropitozu indükler, ferropitozda iskemik inmenin nöronal hasarını arttıran bir süreçtir. İskemik inmede ferropitoik hücre ölümüne yönelik spesifik belirteç halen belirlenememiş olmakla birlikte yakın zamanda yapılan çalışmalar hayvan deneyleri ve hücresel düzeyde yapılmış olup nöronal demir yükü, GPX4 ekspresyonu, lipid peroksidayonu, ROS yapımı mekanizmaları ve hücre viabilitesi üzerinde odaklanmıştır. Nöronal çevrede bulunan astroglia, mikroglia, oligodendrositler üzerindeki iskemik inme etkilerinde ferropitotik değişiklikler ve patofizyolojik yolaklar üzerinde de çalışmaların arttırılması gerekmektedir. İskemik inmede hasarı oluşturan mekanizmalar multifaktöriyel olduğu için programlı hücre ölümlümlerinden apoptoz, piropitoz için spesif belirteçlerle ferropitozdan ayrımı yapılarak ferropitozda hedef yolağa özel terapötik ajan geliştirilmesi yakın gelecekte yapılacak çalışmalar arasında olabilir.

KAYNAKÇA

Amos A, Amos A, Wu L, Xia H. 2023. *The Warburg effect modulates DHODH role in ferroptosis: a review.* Cell Commun Signal. 21:100.

Arteaga Cabeza O, Zhang Z, Smith Khoury E, et al. 2021 *Neuroprotective effects of a dendrimer-based glutamate carboxypeptidase inhibitor on superoxide dismutase transgenic mice after neonatal hypoxic-ischemic brain injury.* Neurobiol Dis. 148:105201.

Bakhautdin B, Goksoy Bakhautdin E, Fox PL. 2014. *Ceruloplasmin has two nearly identical sites that bind myeloperoxidase.* Biochem Biophys Res Commun.453:722-727.

Barón-Mendoza I, González-Arenas A. 2022. *Relationship between the effect of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) on brain plasticityand the improvement on cognition and behavior in individuals with autism spectrum disorder.* Nutr Neurosci. 25:387-410.

Bogdan AR, Miyazawa M, Hashimoto K, Tsuji Y. 2016. *Regulators of iron homeostasis: new players in metabolism, cell death, and disease.* Trends Biochem Sci.41:274-286.

Castillo J, Dávalos A, Naveiro J, Noya M. 1996 *Neuroexcitatory amino acids and their relation to infarct size and neurological deficit in ischemic stroke.* Stroke. 27:1060-1065.

Chai Z, Zheng J, Shen J.2024.*Mechanism of ferroptosis regulating ischemic stroke and pharmacologically inhibiting ferroptosis in treatment of ischemic stroke.* CNS Neurosci Ther. 30:e14865.

Chao N, Li ST. 2014 *Synaptic and extrasynaptic glutamate signaling in ischemic stroke.* Curr Med Chem. 21:2043-2064.

Chen X, Yu C, Kang R, Tang D. 2020. *Iron metabolism in ferroptosis. Front Cell Dev Biol.8:590226.*

Cojocaru IM, Cojocaru M, Sapira V, Ionescu A. 2013. *Evaluation of oxidative stress in patients with acute ischemic stroke.* Rom J Intern Med. 51:97-106.

Corradini E, Buzzetti E, Pietrangelo A. 2020. *Genetic iron overload disorders.* Mol Asp Med.75:100896.

Cui C, Yang F, Li Q. 2022. *Post-translational modification of GPX4 is a promising target for treating ferroptosis-related diseases*. Front Mol Biosci. 9:901565.

Cui Y, Zhang Y, Zhao X, et al. 2021. *ACSL4 exacerbates ischemic stroke by promoting ferroptosis-induced brain injury and neuroinflammation.*Brain Behav Immun.93:312-321.

Dávalos A, Castillo J, Marrugat J, et al. 2000. *Body iron stores and early neurologic deterioration in acute cerebral infarction.* Neurology. 54:1568-1574.

Dávalos A, Fernandez-Real JM, Ricart W, et al. 1994. *Iron-related damage in acute ischemic stroke.* Stroke. 25:1543-1546.

Demougeot C, Van Hoecke M, Bertrand N, et al. 2004. *Cytoprotective efficacy and mechanisms of the liposoluble iron chelator 2,2'-dipyridyl in the rat photothrombotic ischemic stroke model.* J. Pharmacol. Exp. Ther. 311, 1080–1087.

Ding H, Yan CZ, Shi H, et al. 2011. *Hepcidin is involved in iron regulation in the ischemic brain.* PLoS One 6:e25324.

Dirnagl U, Iadecola C, Moskowitz MA. 1999 *Pathobiology of ischaemic stroke: an integrated view.* Trends Neurosci. (9):391-7.

Dixon SJ, Lemberg KM, Lamprecht MR, et al. 2012. *Ferroptosis: an iron-dependent form of nonapoptotic cell death.* Cell.149:1060-1072.

Doll S, Freitas FP, Shah R, et al. 2019. *FSP1 is a glutathione-independent ferroptosis suppressor.* Nature. 575:693-698.

Domercq M, Szczupak B, Gejo J, et al. 2016. *PET imaging with [(18)F] FSPG evidences the role of system xc(−) on brain inflammation following cerebral ischemia in rats.* Theranostics. 6:1753-1767.

Dutt S, Hamza I, Bartnikas TB. 2022. *Molecular mechanisms of iron and heme metabolism.* Annu Rev Nutr.;42:311-335.

Feigin, Valery L et al. 2021.*Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors,1990-2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019.* Lancet Neurol.20:795-820.

Feng H, Stockwell BR.2018. *Unsolved mysteries: how does lipid peroxidation cause ferroptosis?* PLoS Biol.16:e2006203.

Gan B. 2021. *Mitochondrial regulation of ferroptosis*. J Cell Biol. 220:1-10.

Halcrow PW, Lynch ML, Geiger JD, Ohm JE. 2021. *Role of endolysosome function in iron metabolism and brain carcinogenesis.*Semin Cancer Biol.76:74-85.

Hambright WS, Fonseca RS, Chen L, et al. 2017. *Ablation of ferroptosis regulator glutathione peroxidase 4 in forebrain*

neurons promotes cognitive impairment and neurodegeneration. Redox. Biol. 12, 8–17.

Hou W, Xie Y, Song X, et al. 2016. *Autophagy promotes ferroptosis by degradation of ferritin.* Autophagy.12:1425-1428.

Koppula P, Zhuang L, Gan B. 2021. *Cystine transporter SLC7A11/xCT in cancer: ferroptosis, nutrient dependency, and cancer therapy.* Protein Cell. 12:599-620.

Kosman DJ. 2020. *A holistic view of mammalian (vertebrate) cellular iron uptake.* Metallom: Integr Biometal Sci.12:1323-1334.

Lan B, Ge JW,Cheng SW, et al. 2020. *Extract of Naotaifang, a compound Chinese herbal medicine, protects neuron ferroptosis induced by acute cerebral ischemia in rats.* J Integr. Med. 55(Suppl. 1):1803.

Li C, Zhang Y, Liu J, Kang R, Klionsky DJ, Tang D. 2021. *Mitochondrial DNA stress triggers autophagy-dependent ferroptotic death.* Autophagy. 17:948-960.

Liang D, Minikes AM, Jiang X. 2022. *Ferroptosis at the intersection of lipid metabolism and cellular signaling.* Mol Cell.82:2215- 2227.

Liang D, Shu R, Jiang S, et al. 2023. *Expression of BmDHFR is up-regulated to trigger an increase in the BH4/BH2 ratio when the de novo synthesis of BH4 is blocked in silkworm, Bombyx mori.* Int J Biol Macromol. 225:625-633.

Liu W, Wang L, Liu C, Dai Z, Li T, Tang B. 2022 *Edaravone ameliorates cerebral ischemia-reperfusion injury by*

downregulating ferroptosis via the Nrf2/FPN pathway in rats. Biol Pharm Bull. 45:1269-1275

Liu Z, Lv X, Song E, Song Y. 2020. *Fostered Nrf2 expression antagonizes iron overload and glutathione depletion to promote resistance of neuron-like cells to ferroptosis.* Toxicol Appl Pharmacol.407:115241.

Ma, Q. 2013. *Role of nrf2 in oxidative stress and toxicity.* Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 53, 401–426.

Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al, 2015. *Heart disease and stroke statistics--2015 update: a report from the American Heart Association.* Circulation. 131 (4):e29-322.

Novgorodov SA, Voltin JR, Gooz MA, et al. 2018 *Acid sphingomyelinase promotes mitochondrial dysfunction due to glutamate-induced regulated necrosis.* J Lipid Res. 59:312- 329.

Palmer C, Menzies SL, Roberts RL, et al. 1999. *Changes in iron histochemistry after hypoxic-ischemic brain injury in the neonatal rat.* J Neurosci Res. 1999;56:60-71.

Rauhala P, Chiueh CC. 2000. *Effects of atypical antioxidative agents, S-nitrosoglutathione and manganese, on brain lipid peroxidation induced by iron leaking from tissue disruption.* Ann N Y Acad Sci. 899:238-254.

Reinert A, Reinert T, Arendt T, Morawski M. 2022. *High iron and iron household protein contents in perineuronal net-Ensheathed neurons ensure energy metabolism with safe iron handling.* Int J Mol Sci.23:1-3.

Sayan-Ozacmak H, Ozacmak VH, Barut F and Jakubowska-Dogru E. 2012 *Rosiglitazone treatment reduces hippocampal*

neuronal damage possibly through alleviating oxidative stress in chronic cerebral hypoperfusion. Neurochem. Int. 61, 287–290.

She X, Lan B, Tian H, Tang B. 2020. *Cross Talk Between Ferroptosis and Cerebral Ischemia. Front Neurosci.*14:776.

Sokolov AV, Voynova IV, Kostevich VA, Vlasenko AY, Zakharova ET, Vasilyev VB. 2017. *Comparison of interaction between ceruloplasmin and lactoferrin/transferrin: to bind or not to bind.* Biochemistry (Mosc).82:1073-1078.

Stockwell BR, Friedmann Angeli JP, Bayir H, et al. 2017. *Ferroptosis: a regulated cell death nexus linking metabolism, redox biology, and disease.* Cell.171:273-285.

Tang WH, Wu S, Wong TM, et al. 2008. *Polyol pathway mediates iron-induced oxidative injury in ischemic-reperfused rat heart.* Free Radic. Biol. Med. 45, 602–610.

Tuo QZ, Lei P, Jackman KA, et al. 2017. *Tau-mediated iron export prevents ferroptotic damage after ischemic stroke.* Mol Psychiatry. 22(11):1520-1530.

Tuo QZ, Liu Y, Xiang Z, et al. 2022. *Thrombin induces ACSL4-dependent ferroptosis during cerebral ischemia/reperfusion.* Signal Transduct Target Ther. 7:59.

Weiland A, Wang Y, Wu W, et al. 2019. *Ferroptosis and its role in diverse brain diseases.* Mol Neurobiol.56:4880-4893.

Xing Y, Hua Y, Keep RF, and Xi G. 2009. *Effects of deferoxamine on brain injury after transient focal cerebral ischemia in rats with hyperglycemia.* Brain Res. 1291, 113–121.

You L, Yu PP, Dong T, et al. 2022. *Astrocyte-derived hepcidin controls iron traffic at the blood-brain- barrier via regulating*

ferroportin 1 of microvascular endothelial cells. Cell Death Dis.13:667.

Zhang HL, Hu BX, Li ZL, et al. 2022. *PKCβII phosphorylates ACSL4 to amplify lipid peroxidation to induce ferroptosis.* Nat Cell Biol.24:88-98.

Zhang Y, Lu X, Tai B, Li W, Li T. 2021. *Ferroptosis and its multifaceted roles in cerebral stroke.* Front Cell Neurosci. 15:615372.

Zhao H, Lu Y, Zhang J, et al. 2023. *NCOA4 requires a [3Fe-4S] to sense and maintain the iron homeostasis.* J Biol Chem.300:105612.

Zhou ZD, Tan EK. 2017.*Iron regulatory protein (IRP)-iron responsive element (IRE) signaling pathway in human neurodegenerative diseases.* Mol Neurodegener.;12:75.

Zhu H, Huang J, Chen Y, et al.2022 *Resveratrol pretreatment protects neurons from oxygen-glucose deprivation/reoxygenation and ischemic injury through inhibiting ferroptosis.* Biosci Biotechnol Biochem. 86:704-716.

SAĞLIK ÇALIŞANLARININ MESLEKİ VE KURUMSAL BAĞLILIK DÜZEYLERİNİN TESPİTİ

Sevil ASLAN[10]

1. GİRİŞ

İnsanlar sosyal varlıklar olduklarından yaşamlarını sağlıklı sürdürebilmek adına sürekli olarak çevreleriyle iletişim halindedir. İletişim insanların birbirleri ve çevreleri ile bağ kurmanın yollarındandır. Özellikle yaşamlarının büyük bölümünü geçirdikleri iş ortamlarıyla bağ kurabilmek insanların mutlu ve güvende hissetmelerini sağlayacaktır. Güvende hisseden kişilerin hem aile yaşamında hem de iş yaşamında daha başarılı olmaları daha muhtemeldir. Örgütsel araştırmalarda çalışanların mutluluğu dikkat çeken önemli bir konudur. Zira örgütleri esnek

10 Sevil Aslan, Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, Kağızman Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, Kars, sevilaslan716@gmail.com

Orcid Number: https://orcid.org/0000-0003-4128-310X

ve katılımcı olmaya yönelten modern yönetim anlayışları yönetişim kavramını önemsemektedir. Bu anlayışlardan biri olan insan odaklı örgütsel destek kuramı, yönetişimin temellerini oluşturan çalışanların etkin katılımı, kuruma ait olma duygusunun geliştirilmesi ve güvene dayalı şeffaf çalışma ortamının sağlanması faktörlerini ön planda tutmaktadır (Özdevecioğlu ve Aktaş, 2007; Metin, 2011; Gürbüz, 2012). Çalışanların duygusal ihtiyaçlarına odaklanan bu felsefe çalışanların iş doyumunu etkileyen önemli faktörlerden biri olan çalışma koşullarına dikkat çekmektedir. Bu nedenle özellikle duygusal yükü ve risk düzeyi oldukça yüksek olan sağlık sektörü çalışanlarının sosyal ihtiyaçlarını dikkate alarak, çalışma ortamı hazırlanması çalışan verimliliğini artırıcı etkiye sahip olacaktır. Sağlık hizmetlerinin temel amacı, sağlık gereksinimlerini karşılamaktır. Bu amacı mümkün kılmak için öncelikle sağlık çalışanlarının rahat ve güvenli bir ortamda çalışabilmelerini sağlamak elzemdir. Kendini güvende hisseden çalışanların mesleklerini icra etmede daha istekli olacağı ve kurum başarısı için çaba sarfetme ihtimali daha yüksek olacağı bilinmektedir (Taşkın ve Dilek, 2010).

Bağlılık terimi mesleki veya kurumsal olarak ele alınmadan önce kelime anlamı bakımından değerlendirilecek olursa; bir görevi yerine getirmeye yönelik verilen söz, sadakat olarak nitelendirilebilir (Meyer et al., 1993). Ayrıca bireyin çeşitli alanlara yönelik (yasal, sosyal, mesleki vb.) üstlendiği yükümlülüğü temsil eder (Jafaraghaee, et al., 2017). Bağlılık insanların ihtiyaç duydukları aidiyeti oluşturduğundan olumlu duyguları tetikleyen gerekli bir histir (Nesje, 2017). Bu sebeple mesleki ve kurumsal açıdan birçok öneme sahiptir. Bir dizi yükümlülük, sorumluluk ve etik standartla karakterize edilen mesleki bağlılık, sağlık alanı çalışanları açısından sahip olduğu sosyal sorumluluk ve halkın güvenini kazanma bakımından son derece önemlidir (Nabi Foodani et al., 2024). Mesleki bağlılık, kurumsal kurallara uyma, zorluklara göğüs germe, sıkı çalışma, görevlerin ötesinde ek işlere gönüllü olma, inisiyatif alma gibi öz

disiplin gerektiren davranışların varlığına işaret eder (van Scotter and Motowidlo, 1996; Liu vd., 2013; Akyüz ve Durmuş, 2022). Bireyin mesleğiyle duygusal bağ kurmasına dayanan mesleki bağlılığın çalışan motivasyonunu artırdığı, mesleki yetenekleri geliştirme niyetini güçlendirdiği, iş tatminini artırdığı ve mesleki yeterliliği yükselttiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Derin vd. 2017). Bunların yanında iş stresini, kaygıyı, işten ayrılma niyetini azalttığı da bilinmektedir (Huang et al. 2021). Mesleki bağlılık alanyazınında mesleklerin yaşaması, mesleki değer ve hedeflerin oluşturulması ve bunlara bağlılığın oluşmasında güçlü mesleki duygusal bağlara sahip çalışanların olması son derece önemlidir (Nesje vd., 2017). Bu sonuçlar sağlık sektörünün zorlu çalışma şartlarında iş görenlerin daha motive olmalarına yardımcı olacağını göstermektedir.

Örgütsel bağlılık bireyin kurumsal amaç-hedeflere, ilkelere, kurallara ve normlara uymada gönüllü olması anlamına gelmektedir (Torkaman et al. 2020; Tamer, 2021). Örgütsel bağlılık genel olarak normatif, duygusal ve devamlılık bağlılığı şeklinde üç başlık altında ele alınmaktadır. Duygusal bağlılık, meslekle veya örgütle özdeşleşmeyi; normatif bağlılık, mecburiyet (başka seçeneğin olmaması vb.) sebebiyle işe devam etmeyi; devamlılık bağlılığı ise işten ayrılma maliyetini karşılayamamaktan kaynaklanan bağlılığı nitelemektedir (Meyer et al., 1993). Kurumsal birçok faktör (kurum iklimi, yönetici desteği, iş yükü, liderlik stilleri, bireysel ve kurumsal özellikler) örgütsel bağlılığı etkilemektedir. Yüksek örgütsel bağlılık düzeyi kurumsal hedeflere ulaşma, çalışan devir oranında düşüş, örgütsel performansın ve iş tatmininin iyileştirilmesi gibi olumlu değişimler sağlamaktadır (Fabienne and Kachchhap, 2016; Fantahun et al. 2023; Dalal vd., 2023).

Bireylerin mesleki ve kurumsal bağlılıklarının şüphesiz bütün sektörler için önemi büyüktür. Ancak hasta bireylerle sık sık iletişim halinde olmak durumunda kalan sağlık çalışanlarının karşılaştıkları olumsuzluklar sebebiyle daha da büyük bir öneme

sahiptir. Çünkü gerçekleştirdikleri her hareketleri insan yaşamına dokunan sağlık çalışanları, her an hayati risk taşıyan bir vaka ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu sağlık profesyonelleri için psikolojik olarak zorlayıcı bir durum olmakla birlikte işlerinde hata yapma toleranslarının yok denecek kadar az olması baskı altında çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Fiziksel, zihinsel ve psikolojik açıdan zorluk seviyesi oldukça yüksek olan bu sektörde çalışabilmek, verimli olabilmek, performans sürekliliği sağlayabilmek için bireylerin içsel bir motivasyona ihtiyaçları olacaktır. Bu motivasyon başta mesleğe sonra kuruma karşı duyulan ve zor şartlarda bile itici güç sağlayan aidiyet hissidir. Başka bir motivasyon aracı olan duygusal bağlılık, çalışanlara iş tatmini ve işte kalma niyetini arttırıcı etkileri gibi duygusal ödüller içermektedir (de las Horas Rosas vd., 2021).

2. YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı, hastane çalışanlarının göreve ve kuruma olan bağlılıklarını ortaya koymaktır. Ayrıca personelin çalışma ortamı ile ilgili algıları, bu algıların çalışma yılı, çalışılan kurum (kamu-özel) ve bireysel özelliklere göre değişip değişmediği, mevcut çalışma ortamının göreve ve kuruma olan bağlılık düzeylerini etkileyip etkilemediğinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla Türkiye'nin güneyi ile kuzeyinde bulunan Mardin ve Trabzon illerinde faaliyet gösteren biri kamu biri özel hastanede çalışmaya gönüllü katılım gösteren 240 kişi araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışma sonuçları katılımcıların verdikleri cevaplarla sınırlı olup geçek tutumlarını yansıtan yanıtlar verdikleri varsayılmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden anket yöntemi tercih edilmiş, veriler yüz yüze standardize edilmiş anket formuyla toplanmıştır. Araştırmada katılımcıların demografik özellikleri ve sağlık çalışanlarının kuruma ve göreve bağlılıklarının tespitine yönelik sorulardan oluşan iki bölümlük anket formundan oluşmaktadır. Form dört bileşen (kurumsal imaj ve imkanlar, sektörel imkanlar, mesleki

ve kurumsal bağlılık ve kişisel katılım) ve toplam 17 ifadeden oluşmaktadır. Soruların yanıtlanmasında 5'li Likert tipi ölçekleme yöntemi kullanılarak yanıtlar ''Asla'' (1), ''Çok Nadir'' (2), ''Ara Sıra'' (3), "Sıklıkla" (4) ve "Her Zaman" (5) şeklinde derecelendirilmiştir. Ankete yönelik yapılan güvenilirlik analizinde Cronbach Alpha katsayısı 0,76 olarak bulunmuştur. Araştırma hipotezleri aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır;

H1: Sağlık personelinin göreve ve kuruma bağlık düzeyinde sosyo-demografik özellikler arasında anlamlı bir fark vardır.

H2: Sağlık personelinin göreve ve kuruma bağlılığının alt boyutları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çalışmada hipotezlerin geliştirilip ve test edilmesinde demografik değişkenler olarak cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, meslek grupları, çalışma yılı ve aylık gelir değerlendirilmiştir. Ölçek alt boyutları ise "kurumsal imaj ve imkanlar, sektörel imkanlar, mesleki ve kurumsal bağlılık ve kişisel katılım" olarak ele alınmıştır. Verilerin analizinde SPSS (Statistical Package of Social Sciences) paket programı kullanılarak ölçek güvenirliği sınanmıştır. Sonuçlar %95'lik güven aralığında $p<0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde frekans analizi, Bağımsız Örneklem T Testi ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde gerçekleştirilen analizlere ilişkin bilgilere yer verilmektedir. Ankete yönelik geçerlik ve faktör analizi bulguları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 1. KMO ve Barlett's Geçerlilik Analizi

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliğinin ölçümü		**0,814**
Bartlett's Testi	Yaklaşık Ki-Kare	1133,106
	Df	120
	Sig.	0,000

Araştırma kapsamında kullanılan ölçeğe ilişkin Cronbach's Alpha iç tutarlılık güvenilirlik analizleri yapılmıştır (Tablo 1). Cronbach Alpha Değeri 0,760 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin orta düzeyde güvenirliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin alt boyutlarının Cronbach Alpha katsayısı Kurumsal imaj ve bağlılık 0,551; Sektörel imkanlar 0,583; Mesleki ve kurumsal bağlılık 0,686 ve Kişisel katılım 0,569 olarak bulunmuştur. Aşağıdaki tabloda ölçek alt boyutlarının belirlenmesinde kullanılan faktör analizi bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 2: Sağlık Çalışanlarının Göreve ve Kuruma Bağlılıklarının Tespiti Ölçeğine Ait Faktör Analizi Bulguları

İfadeler	Kurumsal İmaj ve	Sektörel İmkanlar	Mesleki ve Kurumsal	Kişisel Katılım	Açıklanan Varyans	Cronbach Alpha
Çalıştığım kurumun mensubu olmaktan gurur duyuyorum.	0,591					
Sağlık Bakanlığı medyayla meslek prestijimi arttırıcı biçimde iş birliği yapıyor.	0,569				3,963	0,551
Yeni çıkan resmi genelgeler bende daima olumlu beklenti yaratır.	0,587					
Meslekte ilerleme ve terfi olanakları konusunda amirlerim beni destekler.	0,687					
Meslekte ilerleme ve terfi olanakları konusunda yeterli yasal destek mevcuttur.	0,654					
İş imkânı olsa görevimden ayrılmayı düşünüyorum	0,678					
Tüm kamu sektörleri içinde sağlık sektörü içinde sağlık sektörü, özlük hakları açısından en iyisidir.		0,745				
Sağlık Bakanlığında kalmamın en önemli nedeni iş güvencesidir.		0,817				

Personel hakları ile hasta hakları karşılıklı denge içinde ele alınıyor.		0,656			2,966	0,583
Mesleğime bağlıyım.			0,667			
Hizmet birimi çalışma kurallarına uyarım.			0,712			
Hizmet biriminin araç ve gerecini kendi malım gibi korur ve sahip çıkarım.			0,779		5,394	0,686
Kurumun amaç ve hedeflerine inanıyor ve paylaşıyorum			0,596			
Bilgi ve becerimi ekip arkadaşlarıma aktarmak için zaman ve imkânım var.				0,592		
Bu hizmet biriminin daha iyi hizmet vermesi için daima önerilerim olur.				0,855		
Sağlık Bakanlığı'nın politika ve uygulamaları konusunda daima önerilerim olur.				0,718	0,900	0,569

Tablo 2'de yer alan faktör analizi bulguları incelendiğinde ölçeğin açıklanan toplam varyansı %60,810 olarak bulunmuştur. Boyutlar bazında ise, kurumsal imaj ve imkanlar %3,963, sektörel imkanlar %2,966, mesleki ve kurumsal bağlılık %5,394 ve kişisel katılım %3,900 oranında ölçeğin tamamını açıklamaktadır.

Tablo 3: Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri

Değişkenler	Kategori	Frekans (N)	(Yüzde) %
Cinsiyet	Kadın	136	56,9
	Erkek	103	43,1
Yaş	20-34	123	51,7
	35-49	107	45,0
Eğitim	Lise	66	28,0
	Ön lisans	61	25,8
	Lisans	92	39,0
	Lisansüstü	17	7,2
Meslek	Hekim	18	7,5
	Hemşire- ebe- sağlık memuru	99	41,3
	Sağlık teknisyeni	21	8.8
	Tıbbi sekreter-Güvenlikçi	41	17,1
	İdari personel	14	5,8
	Diğer	47	19,6
Çalışma Yılı	1-5	81	35,5
	6-10	66	28,9
	11-15	22	9,6
	16-20	29	12,7
	21 ve üstü	29	12,7
Toplam		240	100,0

Tablo 3 incelendiğinde araştırmaya katılanların %51,7'si 20-34, %45'i 35-49 ve %3,4'ü 50 yaş ve üzerinde olduğu saptanmıştır. Katılımcıların %56,9'unu kadınlar, %43,1'ini ise erkekler oluşturmaktadır. Eğitim açısından bir değerlendirme yapıldığında katılımcıların %28'i lise (meslek lisesi), %25,8'i ön lisans, %39'u lisans ve %7,2'si lisansüstü eğitim düzeyine sahiptir. Meslekteki çalışma süresine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde katılımcıların %35,5'i 1-5 yıl arasında, %28,9'u 6-10 yıl arasında, %9,6'si 11-15 yıl arasında ve %12,7'i 16-20 ve %12,7'i 21 ve üstü yıl seçeneğini işaretledikleri görülmüştür. Mesleki açıdan değerlendirildiğinde ise katılımcıların %7,5'i hekimlerden, %41,3'ü hemşire-ebe-sağlık memuru, %8,8'i sağlık teknisyeni ve %17,1'i tıbbi sekreter-güvenlikçi, %5,8'i idari personel ve %19,6'sı diğer sağlık personelinden oluşmaktadır.

Tablo 4. Bireylerin İfadelere Katılma Düzeyleri

SORULAR	Katılma Düzeyleri										Ortalama	Standart
	Asla		Çok Nadir		Ara Sıra		Sıklıkla		Her Zaman			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	X	SS
1.Mesleğime bağlıyım.	2	8	10	4,2	17	7,2	35	14,8	172	72,9	4,54	0,86
2.Bilgi ve becerimi ekip arkadaşlarıma aktarmak için zaman ve imkânım var.	5	2,1	28	11,7	58	24,2	62	25,8	87	36,3	3,82	1,11
3.Bu hizmet biriminin daha iyi hizmet vermesi için daima önerilerim olur.	4	1,7	19	8,0	69	29,1	64	27,0	81	34,2	3,83	1,04
4.SB'nin politika ve uygulamaları konusunda daima önerilerim olur.	27	11,4	48	20,3	71	30,0	46	19,4	45	19,0	3,14	1,26

5.Hizmet birimi çalışma kurallarına uyarım.	3	1,3	2	0,9	9	3,8	46	19,6	175	74,5	4,65	0,71
6.Hizmt biriminin araç ve gerecini kendi malım gibi korur ve sahip çıkarım.	1	0,4	1	0,4	4	1,7	35	14,6	199	82,9	4,80	0,49
7.Kurumun amaç ve hedeflerine inanıyor ve paylaşıyorum.	7	3,0	9	3,8	34	14,3	53	22,4	134	56,5	4,25	1,03
8.Çalıştığım kurumun mensubu olmaktan gurur duyuyorum.	8	3,5	17	7,4	38	16,6	43	18,8	123	53,7	4,11	1,14
9.Sağlık bakanlığı medya ile meslek prestijini artırıcı biçimde iş birliği yapıyor.	58	24,7	45	19,1	61	26,0	34	14,5	37	15,7	2,77	1,38
10.Yeni çıkan resmi genelgeler bende daima olumlu beklenti oluşturur.	33	13,8	55	23,0	80	33,5	37	15,5	34	14,2	2,93	1,22
11.Meslekte ilerleme ve terfi olanakları konusunda amirlerim beni destekler.	37	15,5	40	16,7	57	23,8	51	21,3	53	22,2	3,30	2,36
12. Meslekte ilerleme ve terfi olanakları konusunda yeterli yasal destek mevcuttur.	45	19,1	52	22,1	51	21,7	42	17,9	45	19,1	2,95	1,39
13.Yasal düzenlemeler açık ve anlaşılırdır.	29	12,2	32	13,5	53	22,4	60	25,3	62	26,2	3,61	3,60

14.Tüm kamu sektörleri içinde sağlık sektörü özlük hakları açısından en iyisidir.	60	25,5	33	14,0	49	20,9	43	18,3	50	21,3	2,95	1,48
15.Sağlık Bakanlığında kalmamın en önemli nedeni iş güvencesidir.	33	14,0	33	14,0	37	15,7	41	17,4	90	38,3	3,53	1,47
16.Personel haklarıyla hasta hakları karşılıklı denge içinde ele alınıyor.	68	28,8	48	20,3	36	15,3	35	14,8	49	20,8	2,78	1,51
17.İş imkânı olsa görevimden ayrılmayı düşünüyorum	77	32,8	25	10,6	50	21,3	-	-	83	35,3	2,94	1,68

Sağlık çalışanlarının göreve ve kuruma bağlılıklarının tespiti amacıyla hazırlanan 17 ifadeye katılımcıların vermiş oldukları yanıtların ortalama ve standart sapma değerleri tabloda görülmektedir (Tablo 4). Bu kapsamda "Hizmet biriminin araç ve gerecini kendi malım gibi korur ve sahip çıkarım." ve "Hizmet birimi çalışma kurallarına uyarım." ifadelerine katılım sırasıyla 4,80 ve 4,65'lik bir ortalama değer ile çalışanların en çok katıldıkları ifadeler olarak tespit edilmiştir. Öte yandan "Sağlık Bakanlığı medyayla meslek prestijimi arttırıcı biçimde iş birliği yapıyor" 2,77 ortalama değer ile "Personel hakları ile hasta hakları karşılıklı denge içinde ele alınıyor" ifadesi 2,78'lık ortalama değer ile en düşük katılıma sahip ifadelerdir.

Tablo 5. Sosyo-Demografik Değişkenlere Göre Farklılıkların İncelenesi

	Yaş Grubu	N	Ort.	SS	T	P	Post-Hoc Analizi
Kurumsal İmaj ve İmkanlar	20-34	110	3,27	0,90	3,734	0,025	1-2 p=0,031
	35-49	96	2,97	0,76			
	50 +	8	2,83	0,59			
Sektörel İmkanlar	20-34	98	121	3,28	3,706	0,026	1-2 p=0,024
	35-49	122	103	2,85			
	50 +	43	8	2,79			
Kişisel Katılım	20-34	98	120	3,75	4,739	0,010	1-2 p=0,022
	35-49	122	104	3,39			
	50 +	43	8	3,70			
Kişisel katılım	Kadın	132	3,45	0,88	-2,70	0,00	
	Erkek	101	3,76	0,84			
Kurumsal İmaj ve İmkanlar	Lise	57	3,37	1,04	4,705	0,003	1-3 P=0,004 2-3 p=0,044
	Ön lisans	54	3,26	0,75			
	Lisans	84	2,88	0,73			
	Lisansüstü	16	3,03	0,64			
Sektörel İmkanlar	Lise	63	3,63	1,30	0,556	0,000	1-3 P=0,000 1-4 P=0,000
	Ön lisans	59	1,19	1,21			

	Lisans	91	2,78	1,04			2-4 P=0,006
	Lisans üstü	17	2,13	1,06			
	Ön lisans	60	4,70	0,40			
	Lisans	86	4,52	0,49			
	Lisans üstü	17	4,51	0,68			
	Ön lisans	61	3,65	0,91			
	Lisans	90	3,55	0,86			
	Lisans üstü	17	3,82	0,77			
Sektörel İmkanlar	Hekim	18	2,29	1,08	8,994	0,000	1-4 P=0,001 1-6 P=0,000 2-4 P=0,000 2-6 P=0,000
	Hemşire-ebe-sağlık memuru	97	2,67	1,13			
	Sağlık teknisyeni	20	3,11	1,07			
	Tıbbi sekreter Güvenlik	40	3,64	1,32			
	İdari personel	14	3,40	1,08			
	Diğer	45	3,70	1,03			
Kurumsal İmaj ve İmkanlar	1-5	76	3,32	0,99	3,463	0,009	1-5 P=0,003
	6-10	57	3,11	0,71			
	11-15	21	3,07	0,66			
	16-20	26	3,09	0,76			
	21+	25	2,62	0,65			

Sektörel İmkanlar	1-5	81	3,57	1,17	7,182	0,000	1-3 P=0,000 1-5 P=0,014 2-3 P=0,007
	6-10	64	3,09	1,25			
	11-15	22	2,10	1,01			
	16-20	26	3,01	1,31			
	21+	29	2,68	0,99			

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine göre ölçek alt boyutlarında farklılık olup olmadığına yönelik yapılan analiz bulguları Tablo 5'te yer almaktadır. Katılımcıların yaş değişkenine göre farklılıklarının olup olmadığına ilişkin bulgular tek yönlü varyans analizi yapılarak elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, ölçek alt boyutlarından üçünde (faktör 1: kurumsal imaj ve imkanlar, faktör 2: sektörel imkânlar ve faktör 3: kişisel katılım) 20-34 yaşları ile 35-49 yaşları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Boyutlarda elde edilen ortalamalar sırasıyla faktör 1: 20-34 yaş (ort: 3,27) ve 35-49 yaş (ort: 2,27), faktör 2: 20-34 yaş (ort: 2,85) ve 35-49 yaş (ort: 3,28), faktör 3: 20-34 yaş (ort: 3,75) 35-49 yaş (ort: 3,39) katılım gösterdiği görülmektedir. Faktörler için kadın ve erkekler arasında anlamlı bir farklılık olup-olmadığı incelendiğinde ilk üç faktöre göre cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Fakat kişisel katılım (faktör 4) ve cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Kadınlarda kişisel katılım ortalamasının (3,45) erkeklere (3,76) oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların eğitim değişkenine göre farklılıklarının olup olmadığına ilişkin analiz sonuçlarına göre eğitim ile kurumsal imaj-imkanlar ve sektörel imkanlar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,005$). Bu farklılıklar kurumsal imaj ve imkanlar boyutunda hem lise (ort. 3,37) ve lisans (ort. 2,88) arasında hem de ön lisans

(ort. 3,26) ve lisans arasında farklılık saptanmıştır. Sektörel imkanlar boyutunda ise lise (ort. 3,63) ve lisans (ort. 2.78), liseyle lisansüstü (ort. 2,13) arasında, ön lisansla (ort. 1,19) lisansüstü arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,005$). Meslek gruplarına göre fark analiz bulgularına bakıldığında, meslek grupları ile sektörel imkanlar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bu fark hekim (ort. 2,29) ile tıbbi sekreter-güvenlikçi (ort. 3,64), hekim ile diğer personel (ort. 3,70), hemşire-ebe-sağlık memuru ile tıbbi sekreter-güvenlikçi, hemşire-ebe-sağlık memuru ile diğer personelinden kaynaklanmaktadır. Çalışma yılı analiz sonuçlarına göre kurumsal imaj ve imkanlar boyutunda 1-5 yıl arası çalışma grubu ile 21 yıl ve üstü çalışma grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 1-5 yıl çalışma grubunda (3,32) olanlar, 21 yıl ve üstü çalışma grubunda (2,62) olanlara göre kurumsal imaj ve imkânlara yönelik sorulan sorulara katılım düzeyinin daha fazla olduğu görülmektedir. Sektörel imkanlar boyutunda 1-5 yıl çalışma grubu ile 11-15 yıl çalışma grubu arasında ve 1-5 yıl çalışma grubu (ort. 3,57) ile 21 yıl ve üstü (ort. 2,10) çalışma grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Aynı şekilde 6-10 yıl çalışma grubu (ort. 3,09) ile 11-15 yıl (ort. 2,10) çalışma grubu arasında da anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Mesleki ve kurumsal bağlılık boyutunda ise 1-5 yıl çalışma grubu ile 16-20 yıl çalışma grubu arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0,05$). 16-20 yıl çalışma grubunda (4,79) olanların mesleki ve kurumsal bağlılık sorularına katılım düzeyleri daha yüksektir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bir kurumun verimli bir şekilde çalışabilmesi için kurumda çalışan personelin en etkin şekilde yönetilmesi ve kişisel verimliliklerinin sağlanması gerekir. Kişisel verimliliğin arttırılmasında personelin kurumdan duyduğu memnuniyet düzeyi önemli rol oynamaktadır. Çalışanların motivasyon ve memnuniyetini sağlama sürecinde yöneticiler önemli rol oynamaktadırlar. Yöneticiler personelin işten ne beklediklerini anlayarak memnuniyet düzeylerini arttırmaya yönelik adımlar atarak kuruma ve göreve olan bağlılıkları arttırılabilecektir. Böylece kurumsal etkililiğin artması sağlanabilecektir. Çalışanların görev ve kurumsal bağlılıklarının tespitine yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada öncelikle bağlılık düzeyi ölçülmüştür. Sonrasında ölçek alt boyutlarına yönelik demografik değişkenlere göre farklılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Bağlılık düzeyiyle ilgili yapılan analizde en çok "Hizmet biriminin araç ve gerecini kendi malım gibi korur ve sahip çıkarım." ve "Hizmet birimi çalışma kurallarına uyarım." ifadelerine katılım olduğu görülmektedir. Ayrıca "Mesleğime bağlıyım" ifadesine katılım oranının oldukça yüksek (%72,9) olduğu görülmektedir. Sağlık çalışanlarının mesleki bağlılıkları arttıkça görevlerini icra ederken daha özverili olacakları, dolayısıyla hata oranlarının düşeceği, olumsuz şartlara dayanıklılıklarının ve verimliliklerinin artacağı alanyazınında yer verilmiştir. Bu çalışmadaki bulgular da alanyazınını destekleyecek niteliktedir. Ölçek ifadelerinden "Sağlık Bakanlığı medyayla meslek prestijimi arttırıcı biçimde iş birliği yapıyor" ve "Personel hakları ile hasta hakları karşılıklı denge içinde ele alınıyor" ise en düşük katılıma sahip maddeler olarak saptanmıştır. Bu bulgular Türkiye'deki sağlık çalışanlarının kendilerini yeterince önemsenmediklerine yönelik algılarının yıllar içinde değişmediğini göstermektedir. Son yıllarda sağlıkta artan şiddet vakaları, istihdam problemleri ve

eğitimle ilgili eksiklikler olumsuz mesleki algıların artmasına sebebiyet vermektedir. Bütün bunlara ek olarak talepleri istenilen düzeyde karşılanmayan sağlık profesyonellerinin beyin göçü sebebiyle yetişmiş insan gücü kaybı kurumları ve sektörü zor durumda bırakmaktadır.

Çalışma bulguları yaş bazında değerlendirildiğinde, kurumsal imaj ve imkanlar, sektörel imkanlar ve kişisel katılım boyutlarında 20-34 yaşları ifadelere katılım düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Gül ve arkadaşlarının (2014) yapmış olduğu çalışmada "çalışanın yaşı arttıkça bağlılığının da arttığı" yönünde sonuçlar elde edilmişken bizim yaptığımız çalışmada tersi bir durum söz konusudur ve "çalışanın yaşı arttıkça bağlılığın azaldığı" görülmüştür. Sağlık kurumlarında mesleklere göre örgütsel bağlılık düzeyleri incelendiğinde hemşire ve sağlık memurlarının hekim ve diğer çalışanlara göre bağlılık düzeylerinin en düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Örs ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada da hekimlerin örgütsel bağlılığa ilişkin algıları hemşirelerden daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada, meslek grupları ile sektörel imkanlar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Çalışmamızda elde ettiğimiz sektörel imkanlar boyutu ve meslek grupları arasındaki fark hekim ile tıbbi sekreter-güvenlikçi, hekim ile diğer personel, hemşire-ebe-sağlık memuru ile tıbbi sekreter-güvenlikçi, hemşire- ebe-sağlık memuru ile diğer personelinden kaynaklanmaktadır. Örs ve arkadaşlarının (2003) yaptıkları çalışmalarda ulaşmış oldukları sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere hekimlik mesleğinin yanında diğer meslek dallarında da iyileştirmeler yapılmalıdır.

Çalışma bulgularında yaş, eğitim düzeyi, meslekte ve kurumda çalışma yılı gibi faktörlerin de mesleki ve kurumsal bağlılığı etkilediği görülmektedir. Yaş ve meslekte çalışma yılı

arttıkça bağlılık düzeyinin arttığı görülmektedir. Cihangiroğlu ve arkadaşlarının 2015 yılımda hekim ve hemşirelerin mesleki ve kurumsal bağlılıklarına yönelik yaptıkları çalışmada da bizim yaş ile ilgili bulgumuzu destekler nitelikte bir sonuç elde etmişlerdir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde sağlık sektöründe çalışanların meslek fark etmeksizin bağlılığı sürekli kılmak için düzenleyici faaliyetlerin yapılması gerekliliği görülmektedir. Çalışma şartlarının çok zor olması ve belirsizlikler sebebiyle mesleki ve kurumsal bağlılığın sürekliliği açısından kurumsal düzenlemelerin gerekliliği aşikardır. Bulgulara dayanarak sağlık sektörü özelinde özlük haklarının ve çalışma şartlarının iyileştirilmesi, sosyal yaşama olanak verecek mesai uygulamalarının tercih edilmesi, sağlık sektör mensuplarının itibarlarının arttırılmasına yönelik çalışmaların yapılması, çalışanlar ile hasta-hasta yakını arasındaki iletişimin daha sağlıklı hale getirilmesi konularında iyileştirici adımlar atılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Akyüz, A.M. ve Durmuş, İ. (2022). Investigation of Factors That May Affect the Commitment of Healthcare Professionals to Their Works During the COVID-19 Pandemic Period. SAGE Open, 1–16.

Cihangiroğlu, N., Teke, A., Özata, M. ve Özay Çelen (2015). Mesleki Bağlılık ile Örgütsel Bağlılık Arasındaki İlişkinin Analizi. Gülhane Tıp Dergisi, 57: 367-372.

de las Heras-Rosas, C., Herrera, J., Rodríguez-Fernández, M. (2021). Organisational Commitment in Healthcare Systems: A Bibliometric Analysis. Int. J. Environ. Res. Public Health, 18, 2271.

Dalal, H.J.A., Ramoo, V., Chong, M.C.; Danaee, M., Aljeesh, Y.I. and Rajeswaran, V.U. (2023). The Mediating Role ofWork Satisfaction in the Relationship between Organizational Communication Satisfaction and Organizational Commitment of Healthcare Professionals: A Cross-Sectional Study. Healthcare, 11, 806.

Derin, N., Şimşek Ilkim, N. ve Yayan, H. (2017). Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 4(3), 24-37.

Fabıene, E.E. and Kachchhap, S.L. (2016). Determinants of Employee's Commitment among Healthcare Professionals. International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, 6(2): 44–52.

Fantahun, B., Dellie, E., Worku, N. and Debie, A. (2023). Organizational commitment and associated factors among health professionals working in public hospitals of southwestern Oromia, Ethiopia. BMC Health Services Research, 23:180.

Gül, G., Bol, P., Selçuk, N., & Erbaycu, A.E. (2014). Çalışma Yaşam Kalitesinin Örgütsel Bağlılık Düzeyi Üzerine Etkisi: Bir Eğitim Araştırma Hastanesi Örneği. Iş, Güc: The Journal Of Industrial Relations & Human Resources, 16(4).

Gürbüz, R. (2012). Algılanan Örgütsel Destek ve Örgütsel Güvenin, Örgütsel Bağlılık ile İlişkisi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı,Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Huang, T.L., Lee, I-C., Wong, M.K., Shyu, L.Y.I., Ho, L.H., Lin, J.Y., Liao, G.Y. and Teng, C. (2023). How Do Three Components Of Professional Commitment İnfluence Nurse-Reported Patient-Centred Care And Care Quality? Journal of Clinical Nursing, 32:126–136.

Jafaraghaee, F., Ebadi, A., Negarandeh, R. and Mehrdad, N.A. (2017). Professional Commitment Scale For Clinical Nurses: A Study Protocol. Medical Journal of The Islamic Republic of Iran. 31:123.

Liu, C., Liu, Y. Mills, M.J. and Fan, J. (2013). Job Stressors, Job Performance, Job Dedication, and the Moderating Effect of Conscientiousness: A Mixed- Method Approach. International Journal of Stress Management, 20(4): 336–363.

Metin, H. (2011). Empatik İletişim ve Yönetişim. Journal of Communication Theory & Research / Iletisim Kuram ve Arastirma Dergisi, 32: 177-203.

Meyer, J.P., Allen, N.J. and Smith, C.A. (1993). Commitment to Organizations and Occupations: Extension and Test of a Three-Component Conceptualization. Journal of Applied Psychology, 78(4): 538-551.

Nabi Foodani, M., Abbasi Dolatabadi, Z., Goudarzian, A.H., Mosazadeh, H. and Poortaghi, S. (). Factors Effective in

Lowering Professional Commitment in Nursing and Strategies to Address Them: A Scoping Review. SAGE Open Nursing, 10: 1-11.

Nesje, K. (2017). Professional commitment: Does it buffer or intensify job demands? Scandinavian Journal of Psychology, 58, 185–191.

Örs, M., Acuner, A.M., Sarp, N. ve Önder, Ö.R. (2003). Antalya Tıp Fakültesinde, Antalya SSK'da Çalışan Hekimler ile Hemşirelerin Örgütlerine Bağlılıklarına İlişkin Görüşlerinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 56(4): 217-224.

Özdevecioğlu, M. ve Aktaş, A.(2007). Kariyer Bağlılığı, Mesleki Bağlılık ve Örgütsel Bağlılığın Yaşam Tatmini Üzerindeki Etkisi: İş-Aile Çatışmasının Rolü. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 28: 1-20.

Tamer, G. (2021). The Role of Ethical Leadership in Increasing Employees' Organizational Commitment and Performance: The Case of Healthcare Professionals. Journal of Life Economics. 8(1), 123-146.

Taşkın, F. ve Dilek, R. (2010). Örgütsel Güven ve Örgütsel Bağlılık Üzerine Bir Alan Araştırması. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2(1), 1309 -8039 (online).

Torkaman M, Heydari N, Torabizadeh C. (2020). Nurses' Perspectives Regarding The Relationship Between Professional Ethics And Organizational Commitment İn Healthcare Organizations. Journal Medical Ethics History of Medicine, 13(17).

Van Scotter and J.R. Motowidlo, S.J. (1996). Interpersonal Facilitation and Job Dedication as Separate Facets of Contextual Performance. Journal or Applied Psychology, 81(5): 525-531.

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE SIKLIKLA KULLANILAN İNDEKSLER VE GÜNCEL ÖRNEKLERİ

Berrin Deniz GÖREN[11]

1. GİRİŞ

Diş çürüğünü, kısaca insan ağzında florada yerleşik bulunan çürük yapıcı bakterilerin, dişin sert dokusuna zamanla zarar vermesi süreci olarak tanımlayabiliriz. Ağızda çürüğe sebep olan karyojenik diye adlandırdığımız bakterilerin varlığı, bunların beslenmesi için gerekli olan, şeker içeren besinler ve bu beslenmenin sonucu olarak ortaya çıkan asit, zaman içerisinde diş sert dokularına etki ederek demineralizasyon sürecini başlatır. Demineralizasyon süreci devam ettikçe diş çürüğü ortaya çıkmış olur (Pinkham vd., 2009). Ergenlik dönemini sürdüren bireyler ve çocuklar diş çürüğünü ortaya çıkaran elementleri ortadan kaldırmakta zorlandıkları için, bu grup bireylerde en sık izlenen kronik hastalığın diş çürüğü olduğunuz söyleyebiliriz (Filstrup vd., 2003).

11 Uzm.Dt.Berrin Deniz GÖREN, bdenizgoren@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2725-1144.

Gerek çocuklarda gerek yetişkinlerdeki diş çürükleri, ağrı ve apse gibi fiziksel, korku endişe gibi davranışsal ve duygusal, utanma ve günlük işlerin etkilenmesi gibi sosyal etkileri sebebiyle hayat kalitesini olumsuz yönde etkilerler (Edelstein, 2002). Diş çürüğüyle mücadele edebilmek için doğru tanımlama yapmak gerekir. Literatürde diş çürüğü dişin morfolojisine, dişin hangi yüzeyde bulunduğuna, çürüğün rengine, klinikle görüldüğü yüzeye, atılım yapma durumuna, ilerleme hızına göre gibi çeşitli şekillerde sınıflandırılabilmektedir (Nyvad vd.,2015).

İndeks; sözcük anlamına baktığımız zaman, değişim gözlenen değerler veya nicelikler arasında bulunan ilişki ya da dizin olarak adlandırılmaktadır. Diş hekimliği özelinde sağlık alanı genelinde baktığımızda vakalara ait bilgilerin indeksler aracılığıyla kayıt altına alındığını görmekteyiz (Kulkarni vd., 2016). Çürükten korunmada indekslerin kullanılması, risk değerlendirilmesi ve kişiselleştirilmiş koruyucu stratejilerin oluşturulması açısından önemli bir rol oynar. Diş hekimliğinde kullanılan indeksler çürük risk seviyesinin belirlenmesinde ve toplumu temel alan koruyucu uygulamaların planlanmasında sıklıkla kullanılmaktadırlar. (Pitts vd.,2017).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde çeşitli indeksler kullanılarak düzenli olarak çürük muayenesinin yapılması bireylerde çürük oluşumunu ve gelişimini erken dönemde tespit ederek önlenmesine katkı sağlar (Fejerskov vd., 2015). Diş çürüğünün teşhisinde ve diş çürüğünden korunmada bireysel olarak her kişi için bir indeks değeri elde ettikten sonra toplum sağlığı açısından incelemeye gereksinimi duyulduğunda epidemiyoloji biliminden yararlanılır.

Toplumdaki bireylerin sağlık profillerini izlemek adına kullanılan araçların bütününü epidemiyoloji olarak adlandır-maktayız. Epidemiyoloji sözcük yapısı olarak, üstünde anlamına

gelen "epi" ve halk anlamına gelen "demos" kelime-lerinin olduğu eski Yunan alfabesinden köken alır (Kidd ve Fejerskov, 2016).

Epidemiyoloji, seçilmiş olan bir toplumda sağlıkla ilgili vakaların veya durumların dağılımını inceleyen ve incelediği bu verileri toplum sağlığıyla ilgili problemlerin kontrolünde kullanılmasını amaçlayan bilim dalıdır. Bir diğer deyişle; epidemiyoloji toplumun sağlık ve refah seviyesini arttırmayı hedef alan temel bir tıp bilimidir. Epidemiyolojik çalışmaların temel amacı seçilmiş olan topluluktaki hastalıkların sebeplerini araştırmak aynı zamanda topluluğun sağlığı açısından koruyucu ve önleyici yaklaşımları hayata geçirmektir.

Belirli bir hastalığın, sınırlı bir toplulukta, sınırlı bir zaman diliminde görülen vaka sayısı prevelans olarak adlandırılırken, insidans ise belirli bir hastalığın sınırlı bir zaman diliminde ortaya çıkan yeni vakalarının sayısı olarak adlandırılır. (Bonita vd., 2006).

2. ORAL EPİDEMİYOLOJİDE KULLANILAN İNDEKSLER

Epidemiyolojinin temelinde geçerli ve güvenilir bir ölçüm yapıp standardizasyon oluşturmak yatmaktadır. Diş çürüğü varlığının özelinde değerlendirdiğimizde de oral epidemiyolojinin temelinde çürüğün toplumdaki dağılımının güvenilir ve geçerli bir şekilde yapılmış olması önemli bir gerekliliktir. Oral epidemiyolojide kullanılan indeksler hasta grupları arasında karşılaştırma yapmayı da amaçlarlar bu yüzden alt ve üst sınırları belli olan sayısal bir değer almalıdırlar. Bu indeksler hastaların klinik durumları hakkında fikir vermezler. Farklı zaman aralıklarında hastalığın değişimi veya farklı gruplar arasındaki

sonuçları değerlendirildiğinde indeks değerleri anlam kazanır (Burt vd., 2008).

İdeal bir indeks;

- Güvenilirlik ve geçerlilik şartlarını sağlamalıdır
- Basit ve ölçülebilir olmalıdır
- Kabul edilebilirliği fazla olmalıdır
- Duyarlılığı yüksek olmalıdır (Burt vd., 2008).

Oral epidemiyolojide sıklıkla kullanılan indekslere bakacak olursak;

2.1. DMFT/dmft İndeksi

Belirlenen topluluktaki çürük durumunu saptamak için tüm bireyler sayısal ölçümlere dayanan verilerle değerlendirilmelidir. Toplumda yaşayan bireyler arasında değerlendirme yapmak için de hem şimdi var olan durumun hem de geçmişte olmuş olan durumun belirlenmesi önemlidir. DMFT indeks sistemine baktığımızda çürük değeri şimdi var olan çürük durumunu göstermekteyken, dolgulu veya eksik dişlerin varlığı geçmişte yaşanmış olan çürük deneyimini gösterir (Klein vd., 1938).

Amerika Hagerstown, Maryland'de Klein vd. 1938 yılında kalabalık bir çocuk grubu üzerinde DMFT/dmft indeksini ilk kez tanımlamışlardır.

1939 yılında ise Bödecker yaptığı modifikasyonla indekse diş yüzey sayısını katarak bu indeksin günümüzde kullanımda olan son halini ortaya çıkartmıştır (Bodecker, 1939).

Geçmişten günümüze DMFT indeksi çeşitli avantajlarından ve kullanım kolaylığından ötürü diş hekimliğinde en sık kullanılan indeks olmuştur (Burt vd.,2008).

2.1.1. DMFT/dmft İndeksinin Kodlaması;

- D/d kodu; Daimi/süt dişinde çürük varlığını gösterir. Çürük dolgulu dişte de olabilir.
- M/m kodu; Yalnızca çürük varlığı sebebiyle kaybedilen diş varlığını gösterir.
- F/f kodu; Daimi/süt dişinde çürük bulunmaksızın sağlam veya kırılmış dolgu varlığını gösterir.

DMFT indeksinin skorlarının değerlendirmesine bakacak olursak, daimi dişler için; çekilmiş, çürüklü veya dolgulu olan diş sayısını göstermesi 20 yaş dişlerinin hesaplamaya katılıp katılmamasına göre değişkenlik gösterir. Yirmi yaş dişleri hesaplamaya katılıyorsa 0-32, katılmıyorsa 0-28 arasında skorlandırılır. Süt dişleri için ise dmft 0-20 arasında skorlandırılır.

DMFS değeri daimi dişler için; -posterior dişler 5 yüzeyli anterior dişler 4 yüzeyli olarak sayıldığından dolayı- yirmi yaş dişlerinin hesaplamaya katılıp katılmamasına göre 0-128 veya 0-148 değerleri arasında skorlandırılır. Süt dişleri işin ise dmfs değeri 0-88 arasında skorlandırılır (Dünya Sağlık Örgütü [WHO], 2013).

Karışık dişlenme dönemindeki çocuklarda, dişlerde sürekli olarak bir değişim mevcut olduğundan eksik diş skorları yanıltıcı olabilir. Diş eksikliğinin fizyolojik mi olduğu yoksa çürük sebebiyle mi olduğunun belirlenmesi güç olduğundan, m kodu çıkartılıp sadece çürük ve dolgu durumunun sayıldığı df indeksini kullanmak daha doğru bir seçenek olacaktır. (Schroth vd., 2005).

DMFT/dmft indeks sisteminin eksik kaldığı durumlar;

- Hesaplamada, restorasyonu hatasız sağlıklı bir dişin çürük dişle aynı skoru alması,
- Mine seviyesindeki başlangıç beyaz lezyonları,
- İlerlemiş çürük nedeniyle yumuşak dokuda oluşan hasarlar,
- Dolgu dışında ağızda bulunan diğer restoratif materyaller, fissür örtücüler ve yer tutucular da sınıflandırmada yer almazlar.

DMFT/dmft indeksiyle kaydedilemeyen durumlar;

- Çürük haricinde estetik veya travma sebebiyle dolgu yapılmış dişler,
- Çürük haricinde travma veya ortodontik sebeplerle çekilmiş dişler,
- Doğumsal olarak var olan diş eksiklikleri,
- Süpernümere dişler ve herhangi bir sebeple sürmemiş dişler,
- Daimi dişlenme döneminde ağız içerisinde varlıklarını sürdüren süt dişleri

DMFT indeksi toplumda tanımlandığı yıllardan beri sıklıkla kullanılan bir indekstir. İlk kullanım alanı toplumlardaki çürük sıklığını belirlemekti. Günümüzde hem bu amaçla kullanımı devam etmektedir hem de çeşitli sistemik hastalığa sahip bireylerde hastalık ve ağız diş sağlığının arasındaki ilişkinin belirlenmesinde ve karşılaştırma sağlanmasında kullanılmaktadır.

Bu indeksin güncel kullanımıyla ilgili birkaç çalışma örneği vermek gerekirse;

2021 yılında Dicle üniversitesinde dental anksiyetenin diş çürükleri üzerindeki etkisini gösteren bir çalışma yapılmıştır. Araştırmanın verilerinden yola çıkarak, diş sağlığı konusunda

eğitimin erken dönemde okulda anlatılarak dental anksiyetenin önüne geçilebileceği vurgulanmıştır (Bakır vd., 2021).

İran'da 6-7 yaşındaki çocukların dmft değerleriyle diş çürüğü ile anne eğitimi tatlı tüketimi ve ağız hijyeni arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu çalışmayla aynı zamanda erken dönemdeki çürüklerin gelecekteki çürüğe sebep olması ihtimalinin dmft indeksinin üzerinden tahmin modelleri aracılığıyla değerlendirilebileceği gösterilmiştir (Masaebi vd., 2024). Dmft indeksinin sistemik hastalıklarla ilişkisini ve bunun hastanın yaşam kalitesine olan etkisini çölyak hastalığı bağlamında inceleyen başka bir araştırma da Amirabadi vd. (2024) tarafından gerçekleştirilmiştir.

DMFT indeksi diş hekimliği rutininde sıklıkla kullanılmasına rağmen bahsedilen eksiklikleri gidermek adına pek çok farklı indeks sistemi geliştirilmiştir.

2.2. ICDAS: Uluslararası Çürük Saptama ve Değerlendirme Sistemi (International Caries Detection and Assessment System)

ICDAS indeksi DMFT indeksindeki henüz kaviteleşmemiş çürük lezyonlarının gösterilemiyor olmasından yola çıkarak kavitasyon oluşturmamış diş çürüklerinin de belirlenmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir indeks sistemidir. ICDAS 2005 yılında bir tekrar değerlendirmeyle geliştirilmiş ICDAS II olarak tekrar tanımlanmıştır (Jablonski-Momeni vd., 2008).

Braun ve ark 84 adet çekilmiş daimî dişi ve bunlarda bulunan çürük lezyonlarını ICDASII ile değerlendirmiş ve radyolojik olarak incelemesini yapmışlardır. Bu numuneleri ayrıca histolojik değerlendirmeye sokarak çürüğün derinliğini netleştirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda ICDASII indeksinin daimi dişlerdeki

dentin çürüğünün tanısının konulmasında güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır. Bu yöntemin etkili bir şekilde kullanımının radyolojik görüntüleme ihtiyacını azaltacağını öngörmüşlerdir (Braun vd., 2016).

ICDAS çürük sınıflandırmasıyla ilgili olarak en ayrıntılı bilgiyi veren indeks olmasının yanında çok zaman alıcı olduğu için epidemiyolojik çalışmalarda kullanımının zor olduğu ve kullanılan kod sayısının fazla olmasından dolayı analizinin karmaşık düşünülmektedir. Bu sebeple ayrıntılı analiz gerektiren epidemiyolojik çalışmalarda kendine kullanım alanı bulurken daha sık ve pratik kullanım gerektiren çalışmalarda tercih edilmesi zordur (Castro vd., 2018).

2.2.1. ICDAS II İndeksine Sistemi Kodları

- 0: Diş yüzeyi sağlamdır; 5 saniyelik hava ile kurutmadan sonra çürüğe dair bir kanıt yoktur
- 1: Minede ilk görsel değişim; Uzun süreli hava ile kurutmadan sonra gözle görülen çukur veya fissürün girişinde renk değişimi veya opaklık (beyaz veya kahverengi olabilir)
- 2: Islak minede belirgin gözle görünür değişim, lezyon kuruyken görünür
- 3: Hem ıslakken hem uzun kurutmadan sonra gözlenen lokalize mine defekti (dentin tutulumunun görsel kanıtı yoktur)
- 4: Dentin sebepli oluşan koyu renkli gölge
- 5: Dentinin görülebildiği belirgin boşluk

- 6: Yüzeyin yarısından fazlasını içine alan geniş ve belirgin boşluk, dentin açığa çıkmıştır (Gugnani vd., 2011)

Bu indeksle ilgili bazı güncel çalışmalar şöyledir;

2023 yılında yapılan bir çalışmada, ICDAS II kullanarak okul çağındaki Meksikalı çocuklarda çürük prevalansı ve şiddeti değerlendirilmiştir. Araştırma, ICDAS II'nin, tedavi ihtiyaçlarının tahmininde ve çürüğün ilerleyişini anlamada etkili olduğunu göstermektedir. Başlangıç çürük lezyonlarını tespit etmekteki hassasiyeti olumlu bulunmuştur (Carrillo Ortiz vd., 2024).

2022 yılında yapılan başka bir çalışmada ise ICDAS kodlamasını diğer teşhis yöntemleriyle karşılaştırarak 3D sanal modellerle yapılan çürük değerlendirmelerini incelemiştir. ICDAS II'nin özellikle beyaz nokta lezyonlarının değerlendirilmesinde hassas olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile dijital teknolojilerin çürük tespitinde eğitim ve klinik uygulamalara entegre edilmesinin uygun olabileceğinin örneğidir (Porumb vd., 2023).

2.3. CAST (Çürük Değerlendirme Spektrumu ve Tedavisi) Sistemi

Mine ve dentin çürüğünden başlayarak pulpal düzeyde ilerlemiş lezyonları da içine alacak şekilde ayrıntılı olarak tasarlanmış bir indeks sistemidir. Toplamda 9 koddan oluşur.

Brezilya'daki bir çocuk popülasyonunda epidemiyolojik bir araştırmada ICDAS II ve PUFA'nın ayrı ayrı kullanılması durumunda sonuçların raporlanmasında ciddi zorluklarla karşılaşıldı. Bu durum kapsamlı ancak pragmatik bir çürük değerlendirme endeksinin geliştirilmesini gerektirdi. ICDAS II,

PUFA ve diğer indekslerin güçlü ve zayıf yönleri analiz edildi. Epidemiyolojik araştırmalarda kullanılmak üzere geliştirilen yeni çürük endeksine 'Çürük Değerlendirme Spektrumu ve Tedavisi' (CAST) adı verilir.

CAST, ICDAS II ve PUFA indekslerinin kodlarına benzerlik gösterir. DMFT indeksiyle de M ve F bileşenlerini içerisine alarak benzeşir. Bir DMF skoru, CAST skorundan kolayca hesaplanabilir ve böylece mevcut DMF skorlarının kullanımının korunması sağlanır. Epidemiyolojik araştırmalarda kullanılmak üzere CAST endeksi çok ümit vericidir (Frencken vd., 2011). Cast sistemin de basınçlı havayla kurutma zorunluluğu olmadığından epidemiyolojik çalışmalarda pratikliği ve uygulama kolaylığı vardır.

2.3.1. Cast İndeks Sisteminin Kodları

- 0 : Gözle görülen çürük lezyonu olmayan sağlıklı diş
- 1 : Pit ve fissür bölgeleri sealantlar ile örtülmüş diş
- 2 : Fistül veya apse olmayan, dentine ilerlememiş çürüğün, direkt veya indirekt yöntemle restore edildiği diş
- 3 : Dentine ilerlediğine dair görsel kanıtın olmadığı, fakat minede beyaz veya kahverengi renk değişimiyle izlenebilen görsel değişimin ve hasarın mevcut olduğu diş
- 4 : Dentinde renk değişikliğinin olduğu, mine dentin sınırına ilerlemiş çürük varlığı olan, minede hasar oluşturmuş veya oluşturmamış çürük içeren diş
- 5 : Çürüğün dentine ilerlediği fakat pulpayı açığa çıkarmadığı diş
- 6 : Pulpa odasına kadar ulaşmış veya sadece kök kanal sistemiyle ilişkili lezyon varlığı bulunan diş

- 7 : Diş çürüğünden kaynaklı apse/fistül varlığı gözlenen diş
- 8 : Çürük sebebiyle çekilmiş diş
- 9 : Diğer kategorilerle eşleşmeyen durum varlığı (de Souza vd., 2012)

CAST indeksi yalnızca kavite oluşturan veya oluşturmayan lezyonların sayısı hakkında bilgi sağlamakla kalmaz; bunun yanında pulpa tutulumunu ve çürük sürecine bağlı fistül ve apsenin varlığını da kaydederek tedavi edilmeyen çürüklerin sonuçlarını da bildirir. Ayrıca kayıp ve dolgulu bileşenlerin dahil edilmesiyle, CAST indeksi, DMFT indeksinin kullanıldığı çalışmaların sonuçlarıyla kolayca karşılaştırılabilir hale getirir. Bu şekilde, CAST endeksi eski çalışmalarla da karşılaştırma olanağı sağlayacağından epidemiyolojik değerlendirme açısından önemli bir araç haline gelebilir. CAST indeksinin bu gibi çeşitli avantajları olsa da geçerliliği ve güvenilirliği daha fazla bölgede daha fazla çalışmayla desteklenmelidir (Frencken vd., 2011).

2023 yılında bir grup araştırmacı tarafından yapılan çalışmada, CAST indeksi, 7-8 yaş arası çocukların birinci daimî molar dişlerinde çürük prevalansını değerlendirmek için kullanılmıştır. Araştırma, CAST'in tüm çürük spektrumunu değerlendirme yeteneğini vurgulamış ve toplum ağız sağlığı değerlendirmelerinde faydalı olduğunu göstermiştir (Kumari vd., 2023).

2.4. NYVAD İndeks Sistemi

Geleneksel karies değerlendirme sistemleri, genellikle çürüğün yalnızca ilerlemiş aşamalarını tespit ederken, daha erken evrelerdeki lezyonların tanınması ve aktivite durumlarının

değerlendirilmesi yetersiz kalabilmektedir. Nyvad İndeksi, bu eksikliği gidermek için geliştirilmiş olup, karies lezyonlarının hem aktivitesini hem de klinik aşamalarını tanımlayan kapsamlı bir sistemdir. Bu indeks, yalnızca çürüğün varlığını değil, aynı zamanda lezyonun progresyonunu, stabilitesini ve iyileşme potansiyelini değerlendirmeyi amaçlar (Nyvad vd., 2008). Bu yönüyle, minimal invaziv diş hekimliği yaklaşımlarına uyum sağlar ve bireyselleştirilmiş tedavi planlamalarına olanak tanır (Ekstrand vd., 2007).

Nyvad İndeksi'nin uygulanması sırasında lezyon yüzeyinin dikkatli bir şekilde temizlenmesi, kurutulması ve incelenmesi gereklidir (Nyvad vd., 2008). Yüzeyin pürüzlü veya pürüzsüz, mat veya parlak olup olmamasına göre lezyonun aktivite durumu değerlendirilir. Bu kriterler, invaziv olmayan bir yöntemle lezyonun klinik durumunun anlaşılmasını sağlar.

2.4.1. Nyvad İndeksinin Kodları

- 0: Sağlıklı yüzey diş yüzeyinde herhangi bir çürük aktivitesi mevcut değildir

- 1: İnaktif non-kavitasyonel: lezyon Beyaz veya kahverengi renkte, pürüzsüz ve parlak yüzey. Çürük süreci durmuş ya da stabildir.

- 2: Aktif non-kavitasyonel: lezyon Kod 2 ye benzer buna ek olarak minede defekt vardır ve ilerleme ihtimali yüksektir.

- 3: İnaktif kavitasyonel: lezyon Kavitasyon var, ancak yüzey pürüzsüz ve parlak. Lezyon stabil veya iyileşmiş durumdadır.

- 4: Aktif kavitasyonel: lezyon mine düzeyinde, kavitasyon var, yüzey pürüzlü ve genellikle plak birikimine uygundur. Aktif çürük.

- 5: İnaktif kavitasyonel: lezyon dentin düzeyine kadar ilerlemiş ancak pürüzsüz ve parlak yüzey. Çürük süreci durmuş veya stabildir.

- 6: Aktif kavitasyonel: lezyon dentin düzeyine ulaşmış, pürüzlü ve aktif lezyon. Çürüğün ilerleme riski yüksektir.

- 7: Dolgulu yüzey: Restorasyon yapılmış ancak yüzey sağlıklı durumdadır.

- 8: Dolgulu yüzey: Dolgulu, ancak yüzeyde çürük aktivitesi yoktur.

- 9: Dolgulu yüzey: Restorasyonun kenarında çürük aktivitesi olan yüzey mevcuttur.

Bu indeks çürük lezyonlarını durağan olarak değil zaman içinde değişen hareketli bir yapı olarak ele aldığından gerekiyorsa erken müdahale edilmesi için klinisyene şans tanır (Nyvad vd., 1999). Lezyonların aktivitesine göre bireyselleştirilmiş tedavi planlamaları yapılmasına olanak tanır. Örneğin, aktif non-kavitasyonel lezyonlarda remineralizasyon stratejileri ön planda tutulurken, aktif kavitasyonel lezyonlarda restoratif yaklaşımlar gerekebilir (Ekstrand vd., 2007). Koruyucu ve konservatif tedavi yaklaşımlarını teşvik eder. Bu durum, diş dokusunun korunması ve gereksiz restorasyonların önlenmesi açısından önemlidir (Nyvad vd., 1999). Bunun yanında Nyvad İndeksi, karies yönetiminde yenilikçi bir yaklaşım sunmasına rağmen, bazı sınırlamaları da bulunmaktadır: İndeksin temelinde görsel ve dokunsal değerlendirme bulunur. Bu durum, klinisyenler arasında farklılıklar olmasına neden olabilir. Özellikle deneyimsiz

klinisyenler, lezyon aktivitesini yanlış değerlendirebilir (Nyvad vd., 1999). Her bir yüzeyin detaylı değerlendirilmesi zaman gerektirebilir. Özellikle çok sayıda dişi etkileyen hastalarda indeksin uygulanması zaman yönetimi açısından zorlayıcı olabilir (Ekstrand vd., 2007). Erken dönemdeki non-kavitasyonel lezyonlar, bazen sağlıklı mine yüzeyi veya renk değişikliğiyle karıştırılabilir. Bu, yanlış tanı ve tedavi planlamasına neden olabilir (Fejerskov vd., 2015). Nyvad İndeksi yalnızca klinik gözlemleri temel alır ve radyografik bulgulara yer vermez. Ancak interproksimal alanlardaki lezyonların değerlendirilmesinde radyograflar kritik bir rol oynar. Bu da indeksin eksik bir yönü olarak değerlendirilebilir (Nyvad vd., 2008).

İndeksi doğru ve tutarlı bir şekilde kullanabilmek için klinisyenlerin eğitim almış ve deneyim kazanmış olması gereklidir. Bu durum, özellikle daha az kaynaklara sahip bölgelerde uygulanabilirliği sınırlayabilir (Nyvad vd., 1999). Nyvad İndeksi, avantajları kadar bazı sınırlamaları da bulunan bir sistemdir. Özellikle subjektif değerlendirme riski ve zaman alıcı doğası, klinik uygulamalarda dikkatle ele alınması gereken konular arasındadır. Ancak bu sınırlamaların, klinisyen eğitimi ve tecrübeyle büyük ölçüde aşılabileceği belirtilmektedir.

2020 yılında yapılan bir çalışmada 6-12 yaş grubundaki çocukların dişleri ICDAS,CAST, DMFT, SCI ve NYVAD indeksleriyle ayrı ayrı incelenerek bu süreçler analiz edilmiştir. NYVAD indeksi aktif ve inaktif lezyonları birbirinden ayırt etmekteki başarısıyla diğerlerinin önüne geçmiştir. Ancak diğer yöntemlere göre çok daha fazla zaman almıştır (Pradeep, 2021).

Başka bir çalışmada Nyvad indeksi farklı remineralizasyon ajanlarının beyaz lezyonlar üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Uygulanan ajanlar sonrası dişler üzerindeki lezyon değişimi Nyvad indeksi ile

değerlendirilmiştir. Böylece bu indeks sistemiyle görsel değerlendirme yöntemi kullanılarak tedaviye yönelik karar verilmesi sağlanmıştır (Atteya vd., 2023).

2.5. PUFA/pufa İndeksi

Kullanılmaya başladığından beri son 85 yıldır dünya genelinde çürük deneyimini göstermekte başarılı bir şekilde kullanılan DMFT/dmft indeksi, pulpaya ilerlemiş ve yumuşak dokuda hasar oluşturmuş dişleri tanımlamakta yetersiz kalmaktadır. Bu eksikliği gidermek amacıyla tedavi edilmemiş çürüklerin pulpada ve ağız içi dokularda oluşturduğu hasarı göstermek için PUFA/pufa indeks sistemi geliştirilmiştir (Monse vd., 2010). Bu indeks, DMFT⁄ dmft indeks sistemiyle beraber kullanılabilir fakat ayrı olarak skorlandırılır.

PUFA/pufa indeksinde yalnızca dişten kaynaklı pulpal tutulumun sonuçları kaydedilir. Herhangi bir dişe bağlı olmayan yumuşak dokulardaki lezyonlar kaydedilmez. Değerlendirme, görsel olarak yapılır. Her bir diş için yalnızca bir puan verilir. Dişten kaynaklana sorunun esas sebebiyle ilgili şüphe varsa, temel skor olan P⁄p kaydedilir.

2.5.1. PUFA/pufa Kodlaması

- P (Pulpa): Çürük lezyonunun dişin pulpa dokusuna ulaştığı durumları belirtir. Pulpa dokusunun açığa çıktığı dişler bu kategoriye girer.

- U (Ülserasyon): Diş çürüğüne bağlı olarak ağız mukozasında oluşan ülserasyonları ifade eder. Bu, genellikle diş köklerinden kaynaklanan bir durumdur.

- F (Fistül): Diş çürüğünün enfekte olarak fistül oluşumuna yol açtığı durumları kapsar. Bu, genellikle enfeksiyonun dışa açıldığı noktalarda gözlemlenir.

- A (Apse): Çürük kaynaklı akut veya kronik enfeksiyonun diş çevresinde apse oluşturduğu durumları ifade eder

PUFA / pufa skorları, DMFT/dmft ile benzerlik gösterecek şekilde hesaplanır. Belirtilen durumların hepsi mevcut olduğu diş başına bir skor alır. Böylelikle süt dişlenme için 0-20 arasında bir pufa skoru, kalıcı dişlenme için 0-32 arasında bir PUFA skoru hesaplanır.

2.5.2. PUFA/pufa Prevelansı

PUFA/pufa prevalansı, PUFA/pufa skoru bir veya daha fazla olan popülasyonun yüzdesi olarak hesaplanır.

PUFA / tedavi edilmemiş çürüğün oranı:

$$\frac{PUFA+pufa}{D+d} \times 100$$

Tedavi edilmemiş çürüğün/ pufa'ya oranı(süt dişlenme):

$$\frac{pufa}{d} \times 100$$

Tedavi edilmemiş çürüğün/PUFA'ya oranı (daimi dişlenme):

$$\frac{PUFA}{D} \times 100$$

Olacak şekilde formüllerle hesaplanır.

Bu şekilde çürük diş sayısının (D/d) ne kadarının pulpal tutulum yaratacak kadar ilerlediği takip edilebilmektedir (Aktaş

vd., 2018). PUFA indeksinin uygulandığı toplum genellikle gelişmekte olan ülkelerde yaşayan, düşük-orta sosyoekonomik gelir seviyesine sahip bireylerdir (Baginska vd., 2013).

(Kamran vd., 2017; Monse vd., 2010; Oziegbe ve Esan, 2013; Praveen vd., 2015) PUFA indeksi diğer indekslere göre görece daha yeni bir indeks olduğu için bu konudaki çalışmalar daha yenidir.

Güncel literatüre bakılacak olursa;

Sosyoekonomik olarak dezavantajlı bir okuldaki 8-10 yaş grubundaki çocuklarda pufa indeksi kullanılarak yapılan bir çalışmada çocuklardaki mevcut çürük durumu ve tedavi edilmemiş çürüklerin sonuçlarını ayrıntılı olarak gösteren bir çalışma yapılmıştır (Gören vd., 2022). 2023 yılında Libya'daki 12 yaşındaki çocuklarının Pufa indeksleriyle yaşam kaliteleri karşılaştırılmış pufa skoruyla annenin eğitim düzeyi arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Jaber vd., 2024). Mısırda 2024 yılında yayınlanan bir araştırmada ise PUFA skorlarıyla çocukların vücut kitle indeksleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma yapılmıştır (Alattallah vd., 2024).

2.6. Basitleştirilmiş Oral Hijyen İndeksi

Basitleştirilmiş oral hijyen indeksi (OHI-S) topluluk içerisindeki bireylerin diş yüzeylerinde biriken plak ve diş taşı miktarını dolayısıyla oral hijyen seviyelerini ölçen, hasta başında kolay ve hızlı bir skorlandırma yapmaya olanak sağlayan bir indekstir (John, 1960; John, 1964).

Basitleştirilmiş oral hijyen indeksi, kalkulus indeksi(CI-S) ve debris indeksi (DI-S) gibi iki farklı komponent içerir. Ağızda altı belirli diş yüzeyi incelenir: üst ve alt kesici dişler ile alt ve üst büyük azı dişleri.

• Diş yüzeyleri, birikintilerin yoğunluğuna göre 0'dan 3'e kadar bir ölçekle puanlanır:

• 0: Temiz yüzey, birikinti yok.

• 1: Hafif birikintiler diş eti kenarında veya aralarında görülebilir.

• 2: Orta seviyede birikintiler, diş yüzeyinin büyük bir kısmını kaplar.

• 3: Yoğun birikintiler tüm yüzeyi kaplar.

Sonuçların hesaplanmasına bakacak olursak; Debris ve Calculus indekslerinden elde edilen puanların toplamı alınarak ikiye bölünür. Nihai skor, bireyin genel ağız hijyen durumunu belirlemek için kullanılır:

• 0–1,2: İyi hijyen.

• 1,3–3,0: Orta hijyen.

• 3,1–6,0: Kötü hijyen.

Bu indeks, hem bireysel düzeyde hem de toplum sağlığı araştırmalarında hızlı ve etkili bir ölçüm sağlar. (John, 1960; John, 1964).

2020 yılında Romanya'da askeri öğrenciler arasında yapılan bir çalışmada oral hijyen eğitimi verilen bir grup ve oral hijyen eğitimi verilmeyen bir grup arasında OHI-S skorları karşılaştırılmıştır. Eğitim verilen gruptaki oral hijyen skorları anlamlı bir şekilde iyileşme göstermiştir. Bu sayede oral hijyen eğitimi programlarının gerekliliği konusuna dikkat çekilmiştir (Dan ve Ghergic, 2021).

2.7.Significant Caries Index (Sic) İndeksi

2000 yılında yoplumdaki en yüksek çürük değerlerine sahip olan çocukları belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Bratthall, 2000). Diğer indekslere göre daha yeni olan bu indeks, hem uzmanlar tarafından hem de profesynel olmayan kişiler tarafından kolaylıkla kullanılabileceğinden ötürü avantajlı durumdadır. Bu indeksin en önemli özelliği, kompleks hesaplamalar olmaksızın tek bir sonucu içerdiğinden dolayı pratik olması aynı zamanda yapılacak olan karşılaştırmalarda kolaylık sağlamasıdır (Nishi vd., 2002). SiC indeksinin diğer avantajı ise düşük çürük prevalansına sahip toplumlarda daha sık görülen, küçük beyaz renkli dolguların çoğunlukla pit ve fissürlerde yer alması sebebiyle gözden kaçırılmasının önüne geçilmesidir. Diğer taraftan, seçilen 1/3'lük popülasyondaki çocukların dolgularının gözden kaçabilecek kadar küçük olmaması indeksin daha yüksek duyarlılığa sahip olmasını sağlar. Düşük çürük prevalansına sahip popülasyonlarda DMFT, SiC indeksinden daha çok yanılma göstermektedir (Marthaler vd., 2005).

Çalışma grubu olarak seçilen toplumdaki bireylerin DMFT/dmft değerleri hesaplanır. Grupta en fazla çürük skoru bulunan 1/3'lük kısım seçilir. Seçilmiş olan grubun ortalama DMFT/dmft değeri hesaplanır. Bu değer SiC indeksi olarak adlandırılır (Bratthall, 2000).

En fazla DMFT/dmft skorlarının tespit edildiği grubun %10'unun DMFT/dmft değerlerinin hesaplandığı indeks ise Significant Caries Index10 (SiC10) İndeksi olarak adlandırılır (Şengül vd., 2013).

İran'da yapılan bir çalışmada ilkokul birinci sınıf öğrencileri arasında dmft indeksi ve SiC indeksleri kullanılarak diş çürüğünün yaygınlığı ve şiddeti değerlendirilmiştir.

Çalışmada en yüksek çürük risk skorlarına sahip çocuklar üzerine odaklanabilmek için SiC indeksi kullanılmıştır (Babaei Hatkehlouei vd., 2017).

2.8.Restoratif İndeks (Rİ)

Dolgulu dişlerin, çürük ve dolgulu dişlere oranının yüzdesel ifadesidir.

$$\text{Rİ} = \frac{\text{f}}{\text{d} + \text{f}} \text{x}100$$

2.9.Uygulanması Gereken Tedavi İndeksi (UGİ)

Çürük dişlerin dmft indeksine yüzdesel oranıdır.

$$\text{UGİ} = \frac{\text{d}}{\text{dmft}} \text{x}100$$

Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından 2023 yılında yayımlanan Restoratif Tedaviler için Klinik Uygulama Rehberi çalışmasında restoratif indeks ve uygulanması gereken tedavi indeksine yer verilmiştir. Bu çalışmada amalgam kullanımının özellikle hamilelerde, 6 yaş altı çocuklarda, nörolojik problemleri olanlarda, böbrek fonksiyon bozuklukları olan bireylerde amalgam restorasyon oranının düştüğü görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca restoratif materyal seçiminin hangi yaş grubunda tercih edilmesiyle ilgili de detaylandırmalar mevcuttur (Dhar vd., 2023).

3. SONUÇ

Çocuk diş hekimliğinde kullanılan indeksler, klinik ve araştırma uygulamaları için büyük öneme sahiptir. Bu indeksler, çocukların ağız ve diş sağlığı durumunu değerlendirmek, tedavi gereksinimlerini belirlemek ve uzun vadeli halk sağlığı stratejileri geliştirmek için objektif bir yol sunar. Diş çürüğü, periodontal hastalıklar, maloklüzyon ve ağız hijyeni gibi farklı alanları kapsayan bu ölçüm araçları hem bireysel düzeyde hem de toplum sağlığı açısından yol göstericidir.

Son yıllarda, dijitalleşmenin ve yapay zekâ destekli uygulamaların da bu alanlarda entegre edilmesi, indekslerin doğruluğunu ve etkinliğini artırmıştır. Örneğin, DMFT ve ICDAS gibi çürük indeksleri, klinik kullanımda sıklıkla tercih edilen temel araçlar arasında yer alırken, PUFA gibi tedavi edilmeyen çürüklerin sonuçlarını gösteren indeksler ve CAST indeksi gibi yenilikçi yöntemler, çürük lezyonlarının tüm spektrumunu kapsayarak daha kapsamlı değerlendirmeler sunmaktadır. Benzer şekilde, oral hijyen durumunu belirleyen çok boyutlu indeksler, çocuklarda bu durumların erken teşhisinde ve önlenmesinde etkili olmaktadır.

Güncel literatür, indekslerin geliştirilmesi ve uygulanmasında multidisipliner yaklaşımların önemine işaret etmektedir. Özellikle çocuk popülasyonlarında elde edilen verilerin standardizasyonu, araştırmaların karşılaştırılabilirliğini ve klinik kararların doğruluğunu artırmaktadır. Gelecekte, bu indekslerin daha geniş popülasyonlara uygulanabilirliği ve pratikliği artırılırken, biyoteknolojik yeniliklerin entegrasyonu ile daha kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri sunulabileceği öngörülmektedir. Çocuk diş hekimliği alanında indekslerin önemi, bu alandaki bilimsel çalışmaların niteliğini ve toplum sağlığı üzerindeki etkisini doğrudan etkilemektedir.

KAYNAKÇA

Aktaş, N., Akal, N., Akın, Y., & Moğulkoç, A. İ. (2018). Çocuklarda tedavi edilmemiş diş çürüklerinin PUFA indeksi ile değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*, 35(1), 23-28.

Alattallah, H. A., & Moheb, D. (2024). Correlating the consequences of untreated dental caries (PUFA/pufa scores) and body mass index related to age in a group of Egyptian children: A correlation study. *International Arab Journal of Dentistry (IAJD)*, 15(1), 5-11.

Amirabadi, F., Saravani, S., & Pourdian, P. (2024). Examine the relationship between DMFT index, enamel defects, and oral health-related quality of life in children with celiac disease. *Iranian Journal of Pediatrics*, 34(1).

Atteya, S. M., Amer, H. A., Saleh, S. M., & Safwat, Y. (2023). Self-assembling peptide and nano-silver fluoride in remineralizing early enamel carious lesions: Randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 23(1), 577.

Babaei Hatkehlouei, M., Tari, H., Goudarzian, A. H., & Hali, H. (2017). Decayed, missing, and filled teeth (DMFT) index among first-grade elementary students in Mazandaran Province, Northern Iran. *International Journal of Pediatrics*, 5(6), 5069-5077.

Baginska, J., Rodakowska, E., Wilczynska-Borawska, M., & Jamiolkowski, J. (2013). Index of clinical consequences of untreated dental caries (pufa) in primary dentition of children from north-east Poland. *Advances in Medical Sciences*, 58(2), 442-447. https://doi.org/10.2478/v10039-012-0075-x

Bakır, E. P., Gümüş, S., & Bakır, Ş. (2021). DMF-T ile dental anksiyete arasındaki ilişkinin incelenmesi: Dicle Üniversitesi örneği. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 312-317.

Bodecker, C. F. (1939). The modified dental caries index. *Journal of the American Dental Association*, 26, 1453-1460.

Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellström, T. (2006). *Basic epidemiology*. World Health Organization.

Bratthall, D. (2000). Introducing the Significant Caries Index together with a proposal for a new global oral health goal for 12-year-olds. *International Dental Journal*, 50(6), 378-384.

Braun, A., Guiraud, L. M. J. C., & Frankenberger, R. (2017). Histological validation of ICDAS II and radiological assessment of occlusal carious lesions in permanent teeth. *Odontology*, 105, 46-53.

Burt, B. A., Baelum, V., & Fejerskov, O. (2008). The epidemiology of dental caries. In O. Fejerskov & E. Kidd (Eds.), *Dental caries: The disease and its clinical management* (pp. 123-141).

Carrillo Ortiz, A. E., Olvera Fuentes, C. A., García Pérez, A., Rodríguez Chávez, J. A., Villanueva Gutiérrez, T., Flores Ruíz, H. M., & Mora Navarrete, K. A. (2024). Prevalence and severity of dental caries using ICDAS in predicting treatment needs in Mexican school-age children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 48(6).

Castro, A. L. S., Vianna, M. I. P., & Mendes, C. M. C. (2018). Comparison of caries problem in epidemiological questionnaires:

CAST, ICDAS and DMF. *BMC Oral Health*, 18, 122. https://doi.org/10.1186/s12903-018-0583-6.

Dan, A. D., & Ghergic, D. L. (2021). Assessment of oral health education with the simplified oral hygiene index in military students-a comparative study. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 19(1), 425-431.

de Souza, A. L., van der Sanden, W. J., Leal, S. C., & Frencken, J. E. (2012). The Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index: face and content validation. *International Dental Journal*, 62(5), 270-276.

Dean, HT; Arnold, FA, Jr; & Elvove, E. (1942). Domestic waters to dental caries experience in 4,425 white children aged 12 to 14 years of 13 cities in 4 states. *Public Health Reports (1896-1970)*, 57, 1155-1179.

Dhar, V., Pilcher, L., Fontana, M., González-Cabezas, C., Keels, M. A., Mascarenhas, A. K., … & Carrasco-Labra, A. (2023). Evidence-based clinical practice guideline on restorative treatments for caries lesions: A report from the American Dental Association. *Journal of the American Dental Association*, 154(7), 551-566.

Edelstein, B. L. (2002). Disparities in oral health and access to care: Findings of national surveys. *Ambulatory Pediatrics*, 2(2), 141-147.

Ekstrand, K. R., Martignon, S., Ricketts, D. J. N., & Qvist, V. (2007). Detection and activity assessment of primary coronal caries lesions: a methodologic study. *Operative Dentistry*, 32(3), 225-235.

Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (Eds.). (2015). *Dental caries: The disease and its clinical management*(3rd ed.). Oxford: Wiley Blackwell.

Filstrup, S. L., Briskie, D., Da Fonseca, M., Lawrence, L., Wandera, A., & Inglehart, M. R. (2003). Early childhood caries and quality of life: Child and parent perspectives. *Pediatric Dentistry*, 25, 431-440.

Frencken, J., de Amorim, R. G., Faber, J., & Leal, S. C. (2011). The Caries Assessment Spectrum and Treatment (CAST) index: Rational and development. *International Dental Journal*, 61(3), 117-123.

Gören, B. D., Derelioğlu, S. Ş., & Yılmaz, S. (2022). Assessing the clinical consequences of untreated caries in 8-to 10-year-old children with PUFA index. *Journal of Advanced Oral Research*, 13(1), 105-112.

Gugnani, N., Pandit, I. K., Srivastava, N., Gupta, M., & Sharma, M. (2011). International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): A new concept. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 4(2), 93-100. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1089

Jaber, R. A. A., Kwidir, T., Naser, Y., Alagily, N., Elbrki, R., Alfirjani, S., & Arheiam, A. (2024). Clinical consequences of untreated dental caries among Libyan schoolchildren. *International Dental Journal*, 74, S87.

Jablonski-Momeni, A., Stachniss, V., Ricketts, D. N., Heinzel-Gutenbrunner, M., & Pieper, K. (2008). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research*, 42, 79-87.

Kamran, R., Farooq, W., Faisal, M. R., & Jahangir, F. (2017). Clinical consequences of untreated dental caries assessed using PUFA index and its covariates in children residing in orphanages of Pakistan. *BMC Oral Health*, 17(1), 108. https://doi.org/10.1186/s12903-017-0399-9

Kidd, E. A., & Fejerskov, O. (2016). *Essentials of dental caries*. Oxford University Press.

Klein, H., Palmer, C. E., & Knutson, J. W. (1938). Studies on dental caries: I. Dental status and dental needs of elementary school children. *Public Health Reports*, 53(19), 751-765.

Kulkarni, P., Singh, D. K., Jalaluddin, M. D., & Jayanti, I. (2016). Indices in dentistry: Recitation of oral diseases at numerical value. *J Res Adv Dent*, 5, 261-268.

Kumari, S., Jha, A., Patel, B., Sharma, A., Kuna, S. K., & Rajguru, J. (2023). Using the caries assessment spectrum and treatment index to determine the caries incidence in primary and permanent molars among school children of Kolkata: a cross-sectional study. *Cureus*, 15(3).

Marthaler, T., Menghini, G., & Steiner, M. (2005). Use of the Significant Caries Index in quantifying the changes in caries in Switzerland from 1964 to 2000. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 33(3), 159-166.

Masaebi, F., Ghorbani, Z., Azizmohammad Looha, M., Deghatipour, M., Mohammadzadeh, M., Ahsaie, M. G., … & Zayeri, F. (2024). Identifying early permanent teeth caries factors in children using random forest algorithm. *Frontiers in Dental Medicine*, 5, 1359379.

Monse, B., Heinrich-Weltzien, R., Benzian, H., Holmgren, C., & van Palenstein Helderman, W. (2010). PUFA: An index of clinical consequences of untreated dental caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 38(1), 77-82.

Nishi, M., Stjernsward, J., Carlsson, P., & Bratthall, D. (2002). Caries experience of some countries and areas expressed by the Significant Caries Index. *Community Dent Oral Epidemiol*, 30(4), 296-301. doi:10.1034/j.1600-0528.2002.00054.x

Nyvad, B., Fejerskov, O., & Bælum, V. (2008). Visual-tactile caries diagnosis. In *Dental caries: the disease and its clinical management* (pp. 371-386).

Nyvad, B., Machiulskiene, V., & Bælum, V. (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Research*, 33(4), 252-260.

Nyvad, B., Machiulskiene, V., Soviero, V., & Baelum, V. (2015). Visual/tactile caries diagnosis. In Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (Eds.), *Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management* (3rd ed., pp. 191-210). Wiley Blackwell.

Oziegbe, E. O., & Esan, T. A. (2013). Prevalence and clinical consequences of untreated dental caries using PUFA index in suburban Nigerian school children. *Eur Arch Paediatr Dent*, 14(4), 227-231. doi:10.1007/s40368-013-0052-5.

Pinkham, J. R., Casamassimo, P. S., Fields, H. W., McTigue, D. J., & Nowak, A. J. (2009). *Çocuk Diş Hekimliği: Bebeklikten Ergenliğe* (4. Basım).

Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., … & Ismail, A. (2017). Dental caries. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 1-16.

Porumb, I., Leucuta, D. C., Nigoghossian, M., Culic, B., Lucaciu, P. O., Culic, C., … & Simu, M. R. (2023). Caries lesion assessment using 3D virtual models by examiners with different degrees of clinical experience. *Medicina*, 59(12), 2157.

Pradeep, G. (2021). Comparison of efficacy of ICDAS, CAST, Nyvad's criteria, SCI and WHO–DMFT in caries identification among six to twelve year old children. *Int J Oral Health Dent*, 6(4), 267-72.

Praveen, B. H., Prathibha, B., Reddy, P. P., Monica, M., Samba, A., & Rajesh, R. (2015). Co Relation between PUFA Index and Oral Health Related Quality of Life of a Rural Population in India: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(1), Zc39-Zc42. doi:10.7860/Jcdr/2015.

Schroth, R. J., Smith, P. J., Whalen, J. C., Lekic, C., & Moffatt, M. (2005). Prevalence of caries among preschool-aged children in a northern Manitoba community. J Can Dent Assoc, 71(1), 27.

WHO. (2013). Oral health surveys: Basic methods (5th ed.). Geneva: World Health Organization.

ÇOCUKLUK ÇAĞINDA ARAKNOİD KİST

Döndü Ülker ÜSTEBAY[1]

Muhammet Bora UZUNER[2]

1. GİRİŞ

1. ARAKNOİD KİST: TANIM VE SINIFLANDIRMA

Araknoid kistler (AC) literatürdeki erken raporlandırmalarda subdural hematom ve enfeksiyonların çözülmesi de dahil olmak üzere farklı patolojilerle karışmıştır. Bu nedenle saptanmaları sonrasında posthemorajik ve postinflamatuar durumlarla ilişkilendirilmiştir. Araknoid kistlerin ilk saptandığı durumlar 19.yy başlarında postmortem otopsi çalışmalarında ölüm sebebiyle ilişkili olmayan tesadüfi saptamalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Zamanla AC sahip olan hastaların erken opreratif sonuçları, tıbbi görüntüleme tekniklerinin ilerlemesi ile yeni görüntüleme raporlarında asemptomatik AC vakaları

saptanmış ve 20.yy'da literatürde yerini almıştır. Araknoid kist, beyin ve omuriliği saran zarlar arasında oluşan, genellikle beyin ventriküllerinden birinde bulunan, araknoid zarın ayrılmasıyla oluşan ve çoğunlukla tesadüfen bulunan nonneoplaztik iyi huylu konjenital kistik sıvı birikimleridir. Hayatın herhangi bir döneminde ortaya çıkabilir. Heterojen bir patolojik durumlar grubu olarak tanımlanmaktadır. Kist duvarlarının bazıları normal araknoid dokuya benzese de diğerleri farklı morfolojiler göstermektedir. 1831'de İngiliz hekim Bright, araknoid kistleri ilk olarak araknoid membranla ilişkili bir duvarla çevrili seröz kistler olarak tanımlamıştır. Kist içinde trabeküler yapılar bulunmaz ve kist duvarında hiperplastik araknoid hücreleri bulunur. Araknoid kistler (AC), genellikle araknoid zar açısından zengin olan BOS (beyin omurilik sıvısı) sistrenlerinin sınırlarında gelişir ve genişler (örneğin, Sylvian fissürleri, suprasellar alan, quadrigeminal alan, cerebellopontine açı ve posterior infratentorial orta hat sistrenleri). Porensefalik kistler ile AC'ler arasındaki farkı ayırt etmek zor olabilir, çünkü her ikisi de cisternal bölmelerden kaynaklanmaktadır. AC'ler, tüm intrakraniyal yer kaplayan lezyonların %1'ini oluşturur. Yetişkinlerde prevalans yaklaşık %1,4 olup kadınlarda daha yaygındır, çocuklarda ise prevalans %2,6'dır.1981'de literatürde yer alan 208 vaka üzerinden yapılan kapsamlı bir çalışmada Watanabe ve Rengachary şu dağılımı bulmuşlardır: Sylvian fissürleri 103 (%49), cerebellopontine açı 22 (%11), suprakoliküler alan 21 (%10), vermian alan 19 (%9), sellar ve suprasellar alan 18 (%9), interhemisferik fissür 10 (%5), serebral konveksite 9 (%4) ve klival alan 6 (%3). Nadir olarak, AC'ler intraventriküler konumda da görülebilir (**1-4,7-9**).

Araknoid Kist Sınıflandırma-1

1. **Normal Araknoid Benzeri Kistler:** Duvar yapıları normal araknoid dokuya benzeyen kistler.

2. **Fibröz Kistler:** Yoğun, hücre bakımından fakir, fibröz doku çekirdeği ve ince skuamöz epitel astarı ile karakterize kistler.

3. **Aberan Kistler:** Mikrovillus ve/veya kirpikli, araknoid olmayan lüminal epitel ve duvar içinde sinir dokusu bileşenleri gibi çeşitli özellikler gösteren kistler.

Araknoid Kist Sınıflandırma-2

Barkovich Sınıflandırması: İnterhemisferik kistler için kullanılır ve ventriküler iletişime göre iki tipe ayrılır:

Tip 1: Ventriküler bağlantılı olan kistler.

Tip 2: Ventriküler bağlantı olmayan kistler. Tip 2 ayrıca korpus kallozum agenezisi (2a), Aicardi sendromu (2b) ve subkortikal heterotopi (2c) varlığına göre alt kategorilere ayrılır (**10**).

Araknoid Kist Sınıflandırma-3

Mori Sınıflandırması: İnterhemisferik kistleri intra-aksiyel ve ekstra-aksiyel olarak sınıflandırır. Ekstra-aksiyel kistler de unilateral, bilateral veya parasagital olarak alt gruplara ayrılır. (**11).**

2. Anatomi Temelleri

Beyin zarları, beyni ve omuriliği saran, koruyucu ve destekleyici roller üstlenen bir dizi bağ dokusu katmanıdır. En dıştan en içe doğru sıralanan beyin zarları üç katmandan oluşur. Bunlar; dura mater, araknoid mater ve pia mater'dir.

Dura Mater: Beyin zarının dış katmanında bulunan ve en kalın tabakası olan dura mater bağ dokusundan oluşmaktadır ve iki kısımdan oluşmaktadır;

1-Periosteal Tabaka (Cranium'un iç yüzeyine bağlı olan)

2-Menengeal Tabaka (Beyni ve omuriliği çevreleyen)

Dura mater falx serebri ile serebral yarım küreleri,tentorıum serebelli ile beyinciği serebrumdan ayırır. Dura mater'in birincil işlevi, mekanik kuvvetlerden kaynaklanan hasarı önleyen sert ve koruyucu bir bariyer sağlamaktır. Ayrıca venöz drenaj sistemini destekler ve beynin bölümlere ayrılmasına yardımcı olur (**12**).

Araknoidea Mater: Dura mater'in hemen altında yer alan ve daha ince ve örümcek ağına benzeyen zar yapısıdır. "Araknoid" adı, pia mater'e doğru uzanan ince trabeküllerin (filamentli yapılar) varlığı nedeniyle ağ benzeri görünümünden gelir. Beyin omurilik sıvısı ile dolu olan subaraknoid boşluk araknoid ile pia mater arasında bulunmaktadır. Subaraknoid boşluk, esasen bir şok emici görevi görerek beyni ve omuriliği darbelerden korumada önemli bir rol oynar. Araknoid tabakanın kendisi kan damarları içermez ancak BOS'un hareketi ve dolaşımı için önemlidir. Sinus sagitalis superior'da bulunan araknoid granülasyonlar, BOS'un venöz sisteme emilimini kolaylaştırır (**13**).

Pia Mater: Beynin vasküler sistem aracılığı ile beslenmesi, metabolik ürünlerin taşınmasında görevlidir.Pia mater beyin ile medulla spinalis yüzeyiyile direkt ilişkili olan beynin en iç zar tabakasıdır. Sulkus ve girusları da dahil olmak üzere beynin hatlarını takip eden ince, oldukça damarlanmış bir zardır. Pia mater, kan-beyin bariyeriyle yakından ilişkilidir ve MSS'nin hassas homeostazını korumak için meninkslerin diğer katmanlarıyla birlikte çalışır (**14**).

Araknoid Zar ve Kistlerin Oluşumu

Araknoid zar, orta beyin zarı olarak bilinen, beyin ve omurilik zarları arasında yer alan önemli bir yapıdır. Bu zar, beyin araknoid tabakası ile pia mater adı verilen iç zar arasında bulunur. Zarın kalınlaşması veya herhangi bir bölümünde meydana gelen bozulmalar sonucunda araknoid kistler adındaki oluşumlar ortaya çıkabilir. Genellikle subaraknoid boşluk içerisinde sıvı birikimi ile meydana gelen bu kistler, beyin damarlarından kaynaklanan problemler, gelişimin erken dönemlerindeki anomaliler veya kafaya alınan travmatik beyin hasarlarından kaynaklanabilir. Ancak, araknoid kist oluşumunun kesin nedenleri ve mekanizmaları hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Araknoid kistler, çoğunlukla asemptomatik olsa da, bazı durumlarda çeşitli nörolojik semptomlara yol açabilirler. Bu nedenle, araknoid zarın sağlığı ve bütünlüğü, beynin genel işlevi açısından büyük bir öneme sahiptir (**3,4,11,15**)

3. ARAKNOİD KİST'İN PATOFİZYOLOJİSİ

Araknoid kistler, meninksler içinde, özellikle araknoid tabakada bulunan ve kraniyal ve spinal bölgeleri etkileyebilen beyin omurilik sıvısı (BOS) dolu keseciklerdir. Bu kistlerin patofizyolojisi, özellikle oluşumları ve çevredeki nörolojik

yapılar üzerindeki etkileri, çok yönlüdür. Araknoid kistlerin etiyolojisi genellikle birincil (doğumsal) veya ikincil (kazanılmış) olarak sınıflandırılabilir. Birincil araknoid kistlerin, embriyonik gelişim sırasında nöral tüpün yetersiz birleşmesi ve bunun sonucunda ortaya çıkan malformasyonlar nedeniyle oluştuğuna inanılmaktadır; bu durum BOS'un hapsolmasına yol açar (**16**). İkincil araknoid kistler ise büyük nörolojik travmalar, enfeksiyonlar veya BOS dinamiklerinin kesintiye uğramasına neden olan diğer durumlar sonucunda gelişir.

Araknoid kist oluşumu, BOS dolaşımı ile doğrudan ilişkilidir. Bu kistler genellikle kimyasal olarak BOS'a benzer hafif saman renginde bir sıvı içerir. Kistlerin büyümesinin temel mekanizması, araknoid tabaka içinde ozmotik ve hidrostatik süreçlerden kaynaklanan sıvı alımıdır (**17**). Özellikle spinal bölgede kontamine kanama veya kanamalar, inflamatuar yanıtlar veya yara dokusu oluşumuna yol açarak sıvı birikimini artırabilir ve kist boyutunun büyümesini şiddetlendirebilir. Araknoid kistler büyüdükçe çevredeki yapılara baskı uygular ve bu durum çeşitli nörolojik belirtilere yol açabilir.

Araknoid kistlerden kaynaklanabilecek olası komplikasyonlar, asemptomatik durumlardan önemli nörolojik işlev bozukluklarına kadar değişiklik gösterebilir. Özellikle büyük kistlerin varlığı, çevredeki beyin veya omurilik dokusunun sıkışmasına neden olan bir kitle etkisine yol açabilir (**18**). Klinik belirtiler arasında nöbetler, baş ağrıları, bilişsel bozukluklar veya motor defisitler yer alabilir ve bu belirtiler kistin konumuna bağlıdır. Örneğin, suprasellar araknoid kistlerin hipofiz bezi üzerindeki etkileri nedeniyle hormonal dengesizliklere neden olduğu bildirilmiştir (**19**). Ayrıca, bu kistler normal nöroanatomik ilişkileri bozarak ventriküler obstrüksiyon veya hidrosefali gibi komplikasyonlara yol açabilir.

Araknoid kistlerin doğal seyri hâlâ araştırılmaktadır, çünkü birçok vaka, alakasız sorunlar için yapılan görüntüleme çalışmalarında tesadüfen keşfedilmektedir (**20**). Çoğu araknoid kist asemptomatik olmasına rağmen, klinik yönetim genellikle kistin boyutu, büyüme paterni ve semptomatik durumu gibi faktörlere bağlıdır. Aslında, tedavi algoritması semptomatik kistlerde belirgin şekilde değişiklik gösterir ve dekompresyon gereken durumlarda cerrahi müdahaleyi gerektirir. Buna karşılık, asemptomatik kistler periyodik görüntülemelerle izlenmeyi içeren daha konservatif bir yaklaşım ile yönetilebilir.

Ek olarak, ikincil komplikasyon potansiyeli, araknoid kistlerin temel patofizyolojisinin anlaşılmasının önemini vurgular. Bu komplikasyonlar, kist morfolojisindeki değişiklikler veya yeni semptomlar, cerrahi müdahale gerekliliğini veya daha agresif yönetim stratejilerinin benimsenmesini gösterebileceğinden, kapsamlı değerlendirmelerin gerekliliğini öne çıkarır (**17**). Sonuç olarak, araknoid kistlerin oluşumu, olası komplikasyonları ve çevresindeki sinir yapıları üzerindeki etkileriyle karakterize edilen patofizyolojisi, ideal yönetim ve tedavi sonuçlarına yönelik dikkat gerektirmeye devam etmektedir. Bu unsurların anlaşılması, sağlık hizmeti sağlayıcılarının bireysel patolojilere ve bunların nörolojik sağlık üzerindeki etkilerine dayalı kişiselleştirilmiş yaklaşımlar sunmalarını sağlar.

.

4. KLİNİK BULGULAR

AC'ler genellikle asemptomatiktir fakat bazı hastalarda nörolojik şikayet veya semptomlarla ortaya çıkabilir. Araknoid kist boyutu çoğunlukla sabit kalmakla birlikte semptomatik büyüme olabilir. Fakat boyutta belirgin büyüme olmasa da klinik

şikayetler gelişebilir. Araknoid kistte en sık beklenen klinik şikayet baş ağrısı olmasına rağmen baş ağrısı gibi spesifik olmayan semptomların AC'den kaynaklanıp kaynaklanmadığını yorumlamak zordur. Araknoid kşste sahip hastaların yaklaşık %5'inin klinik şikayetlerle başvurduğu görülmektedir. (**1,7,10,21,22)**. Çocuklarda, artan baş çevresi boyutuyla birlikte görülen kranial kemik deformiteleri araknoid kistte ortaya çıkan bir belirti olabilir. Bunun yanısıra nörogelişimsel gecikme ve bilişsel sorunlar yine araknoid kistin semptomatik bulgularından olabilir (**23**). Araknoid kist tedavisinde zihinsel işlev bozukluğunun cerrahi tedaviden sonra iyileşme olasılığının yüksek olduğunu ileri süren raporlar mevcuttur. Klinik şikayetlerden fokal nörolojik sorunların araknoid kist cerrahisi sonrası düzelme gösterdiği fakat bunun yanısıra baş ağrısı, nöbet şikayetlerinin sıklıkla tekrar etme eğiliminde olduğu bildirilmektedir (**24-27**).

Araknoid kiste sahip olan hastaların klinik şikaytlerinin mevcut araknoid kist lokalizasyonuna göre değerlendirilmelerinde serebellopontin köşe, quadrigeminal sisternada mevcut olan araknoid kist hastalarında semptomatik olma oranlarının yüksek olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, CPA yerindeki AC'lerin %15'i sensörinöral işitme kaybı, kulak çınlaması veya baş dönmesi gibi semptomlara neden olabilmektedir. Öte yandan, orta fossa veya retroserebellar yerlerin semptomlara neden olma olasılığının daha düşük olduğu bulunmuştur (**21**).

Semptomların ortaya çıkmasında bir diğer faktör de daha büyük kistlerin nörolojik belirtilere neden olma konusunda pozitif korelasyon gösterdiği AC'lerin boyutudur. Başlangıçta asemptomatik olan bir AC'nin semptomatik olup olmayacağını tahmin etmek oldukça zordur. Pediatrik hasta gruplarının orta-uzun süreli takiplerde %3 ve erişkin hasta gruplarının orta-uzun

süreli takiplerinde ise %1 yeni klinik semptomların görüldüğü bildirilmiştir. Pediatrik hasta popülasyonunda yeni klinik semptomlar geliştiren hastaların 4 yaşından küçük olduğu ve bunun intrakraniyal hızlı bir genişleme dönemi olduğu bildirmiştir. Bir AC'nin subaraknoid boşluğa yırtılması ve higroma veya kanama oluşumuna neden olması erişkin veya pediatrik popülasyonda ciddi sonuçlar doğurabilen ancak nadir görülen bir durumdur. Ancak, kanamadan sonra cerrahi müdahale birçok vakada yüz güldürücü sonuçlarla sonuçlanmaktadır. Bu bağlamda Araknoid kist tanılı hastalarda olası kanama riski açısından erken cerrahinin elzem olmadığı, takipte gereklilik halinde kanama sonrası cerrahi tedavinin yüz güldürücü sonuçların bilinmesinin önemini ortaya koymaktadır **(3,7,21,28**).

Spinal AC'lerde en sık görülen klinik şikayet sinir kökü sıkışmasından kaynaklandığı öne sürülen sırt ağrısı olduğu bildirilmiştir. Medulla spinalisin tutulumuna bağlı olarak tek veya iki taraflı kas gücü kaybı, uyuşukluk, spastik paraplezi gibi semptomlar yaygın bulgulardır. Ayrıca ilk semptom olarakbazı hasta gruplarında sfinkter tutulumuna bağlı disfonksiyon görülebilmektedir. İntrakraniyal AC'lerden farklı olarak, spinal AC'lerin zamanla giderek kötüleşen semptomlar gösterdiği bildirilmiştir (**29-31**).

Tekrarlyan baş ağrıları sıklıkla beklenen semptom olmasının yanısıra nöbet şikayeti yaygın görülmektedir. Diğer semptomlar arasında şunlar bulunabilir:

- **Baş ağrısı:** Genellikle künt ve süreklidir, şiddetli olabilir.
- **Nöbetler:** Herhangi bir tür nöbet meydana gelebilir, ancak en yaygın olanı fokal nöbetlerdir. Kist beyin dokusuna bası yaparak nöbetlere sebep olabilir.

- **Mide bulantısı ve kusma:** Bu semptomlar, kist beyin sapına veya serebelluma baskı yaptığında ortaya çıkabilir.
- **Baş dönmesi ve denge sorunları:** Bu semptomlar kist serebelluma yakın olduğunda ortaya çıkabilir.
- **Görme değişiklikleri:** Kist optik sinire veya görme yollarına baskı yapıyorsa, görme bulanıklığı veya çift görme meydana gelebilir.
- **Gelişimsel gecikmeler:** Çocuklarda büyük kistler normal beyin gelişimini etkileyebilir ve gelişimsel gecikmelere neden olabilir.
- **Bilişsel bozukluklar:** Kist frontal loba baskı yapıyorsa, hafıza sorunları, dikkat eksikliği ve kişilik değişiklikleri meydana gelebilir.
- **Fokal nörolojik defisitler:** Kist belirli bir beyin bölgesine baskı yapıyorsa, o bölgeyle ilişkili işlevlerde zayıflık veya uyuşukluk gibi fokal nörolojik defisitler meydana gelebilir.
- **Hidrosefali:** Kist beyin omurilik sıvısının normal akışını engelliyorsa, hidrosefali gelişebilir. Bu, baş ağrısı, mide bulantısı, kusma ve bilinç değişikliklerine neden olabilir. BOS birikmesine bağlı kafa içi basınç artışı (KİBAS) bulguları görülebilir.
- **Kist rüptürü:** Nadir durumlarda, bir araknoid kist rüptüre olabilir ve baş ağrısı, nöbetler ve fokal nörolojik defisitler gibi ani semptomlara neden olabilir (**29,30,32-34**).

5. TANI YÖNTEMLERİ

Çoğunlukla doğum öncesi rutin ultrason (US) taraması ve diğer olası cranial patolojileri için manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve bilgisayarlı tomografinin (BT) yaygın kullanımı, tesadüfen AC tanısı konmasını sağlamıştır. Bunun dışında baş ağrısı, kusma,denge kaybı, baş dönmesi, nörolojik defisitler, ağrı, hissizlik, kas zayıflığı, gibi veya başka nörolojik semptomarı olan bir hastada görüntüleme sonrası araknoid kist saptanabilmektedir. Araknoid kistlerin teşhisinde faydalanılan başlıca görüntüleme yöntemi manyetik rezonans görüntüleme'dir. MRG, kistlerin tanımlanmasına yardımcı olmanın yanı sıra, protein açısından zengin diğer lezyonlardan (örn. epidermoid kistler) veya kistik lezyonlardan (örn. neoplastik veya enfeksiyonlar) ayırt edilmesini de sağlar. MRG'de araknoid kistler, parankimden farklı olarak keskin bir şekilde ayrılmış lezyonlar olarak görünür ve sırasıyla MRG veya BT'de BOS ile benzer sinyal yoğunluğuna sahiptir. Araknoid kistlere benzer şekilde, epidermoid kistler T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda BOS ile izo-yoğunluktadır. Bununla birlikte, epidermoid kistler, araknoid kistlerin aksine, eksik FLAIR supresyonu ve yaygın difüzyon kısıtlaması gösterir. Bilgisayarlı tomografi sisternografisi, subaraknoid boşluğa kontrast madde enjekte edilerek, subaraknoid boşluğun kist ile iletişimini göstermede yararlı olabilir. Kist genellikle gecikmeli bir şekilde opaklaşacaktır (**7**).

ULTRASONOGRAFİ (USG)

USG,antenatal, infantil ve erken çocukluk dönemlerinde AC'leri teşhis etmede önemli bir rol oynamaktadır. Kranial kemikler yaş ilerledkçe kalınlaşmakta ve sonografik çözünürlük büyük oranda azalarak ve intrakraniyal değerlendirmeye izin vermemektedir. USG, kistik kitlelerin saptanmasında,etkili noninvaziv, radyasyonsuz ve ucuz bir görüntüleme tekniği olarak kullanılmaktadır. USG ayrıca seri incelemeye oldukça uygundur (**35,36**)

Merkezi sinir sistemini (CNS) değerlendirmek için standart antenatal yaklaşım USG ile yapılmaktadır. Doğum öncesi tanısı konulan çocukların çoğu normal nörogelişimsel seyir gösterir. Maternal obezite, oligohidramnios, son trimestr gebelik döneminde fetal başın angajmanı veya kemiksi yapıların akustik gölgelenmeleri sonografik görüntüleme kalitesini düşürebilmektedir. Görüntülemenin kıstlandığı bu tür durumlarda transvajinal nörosonografi kullanılması görüntü kalitesini arttırmaktadır. AC'ler, antenatal USG'de septa ile veya septa olmaksızın, ince düzenli bir dış hat ile değişken boyutlarda avasküler ekstraaksiyel anekoik-hipoekoik lezyonlar olarak görüntülenir (**35,37-41**).

Prenatal USG'de;porensefalik kistler, koroid pleksus kistleri, Galen veni anevrizmaları, şizensefali, kistik neoplazmalar ve intrakraniyal kanama AC ayırıcı tanısı için önemli durumlardır. Transkranial USG, yaşamın ilk yılında AC'leri değerlendirmek için önemli bir tanı aracıdır fakat ön fontanelin kapanmasıyla sınırlıdır. AC'ler USG'de; ekstraaksiyel iyi tanımlanmış,düzgün snırlı,, ince duvarlı, hipoekoik lezyonlar olarak görüntü-lenir.Renkli Doppler lezyonların vaskülarizasyonunu değerlendirmeye yardımcı olur. Araknoid kistlerin damarsal yapılarının olmaması bunun doppler ultrasonografide gösterilebilmesine olanak sağlar.

Boyut olarak büyük bir alan kaplayan araknoid kistlerin bası ve kitle etkisi nedeniyle hidrosefali gelişebilmekte ayrıca beyin herniasyonu da oluşabilmektedir ve bu durum USG'de gösterilebilmektedir. Bir AC'nin ayırıcı tanısı, subdural higroma, altta yatan atrofi veya ensefalomalaziye bağlı normal subaraknoid boşluğun genişlemesi ve epidermoid kisttir.

Araknoid kistlerin tedavisinde USG ,AC'lerin tanısında, intraoperatif cerrahi sırasında faydalı olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca USG eşliğinde drenaj ve septasyonların fenestrasyonu işlemleri esnasında oldukçafaydalı bir görüntüleme yöntemi olarak bilinmektedir (**36,41-45**).

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT)

BT'de, AC'ler beyin omurilik sıvısıyla aynı yoğunluğa sahip,net bir şekilde sınırlanmış, homojen, ekstraaksiyel lezyonlar olarak görülmektedir. Fakat kistik hemoraji mevcutsa hiperintens şekilde görülebilmektedir. BT, MRI ile karşılaştırıldığında, yumuşak doku kontrastı daha düşüktür ve tarama BT'si, pediatrik popülasyonda bir dezavantaj olan radyasyon dozu gerektirir. Hızlı çekim özelliği dışında daha ucuz olması nedeniyle BT, MRI'dan daha ön planda olan nörogörüntüleme yöntemidir. BT, kist içine sapta olan kanamayı tespit etmede oldukça hassastır. Araknoid kist tanısının konmasında BT görüntüleme genellikle yeterlidir. Genellikle normal yerlerinde CSF benzeri yoğunluğa sahip ince duvarlı kistler, AC'lerin tanısını koymada yeterlidir (**46-48**)

MAGNETİK REZONANS İNCELEME (MRI):

MRI, AC'ler için en iyi nörogörüntüleme aracıdır ve bunları olası diğer intrakraniyal kistik lezyonlardan ayırmada etkilidir. T2 ağırlıklı görüntülerde, AC'ler serebrospinal sıvıya benzer olarak hiperintens sinyal sergiler. T1 ağırlıklı görüntülerde, AC'ler hipointens sinyal verir. Difüzyon ağırlıklı çekimlerde, araknoid kist ile epidermoid kist ayrımı için iyi bir nörogörüntüleme yöntemidir. BT görüntülemesi genellikle bir AC'nin tanısını koymak tek başına yeterlidir. Bir AC'nin anatomik konumu, boyutu ve yapısal durumu için daha geniş bilgiye gerek duyulduğunda veya takip için MRI en iyi nörogörüntüleme seçimidir (**46-49**)

Ayrıca operasyon kararı almak ve komşu damarsal yapıların, kranial sinirlerin değerlendirilmesi için BT Sistenografi veya MR Sistenografi görüntüleme yöntemi olarak kullanılabilmektedir.

6 .TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Vakaların çoğunda, özellikle küçük kistlerde, zaman geçtikçe involüsyon ve kaybolma görülür. Araknoid kistlerin tedavisi, kistin büyüklüğüne, yerine ve semptomlara neden olup olmadığına bağlı olarak değişir. Birçok araknoid kist asemptomatiktir ve tedavi gerektirmez. Semptomlara neden olan kistler için çeşitli tedavi seçenekleri mevcuttur (**7**). Nöbetler, artmış intrakraniyal basınç, nörolojik defisitler, kanamalar (intrakistik veya subdural veya her ikisi) ve hidrosefali vakalarında hemen harekete geçmemiz gerekebilir. Hidrosefali olduğunda, bu kistler şantlama veya fenestrasyon veya nöroendoskopik tekniklerle başarılı bir şekilde dekomprese edilebilir**.**

Cerrahi Olmayan Yaklaşımlar:

- **Gözlem:** Semptomlara neden olmayan küçük kistler genellikle düzenli görüntüleme ile takip edilmektedir.
- **Semptomatik Tedavi:** Baş ağrısı gibi semptomlar için ağrı kesiciler gibi ilaçlar kullanılabilir.

Cerrahi Yaklaşımlar:

- **Kist Fenestration:** Bu prosedürde, kistin duvarında cerrahi olarak bir veya daha fazla delik açılır, bu da beyin omurilik sıvısının kistten dışarı akmasını sağlar. Bu, endoskopik veya mikroskopik cerrahi ile yapılabilir.

- **Kistoperitoneal Şant:** Bu prosedürde, BOS'u kistten karın boşluğuna yönlendiren bir şant yerleştirilir.

- **Kraniotomi:** Nadir durumlarda, özellikle büyük veya erişilmesi zor kistler için, kistin çıkarılması için bir kraniotomi gerekebilir.

Hangi tedavi seçeneğinin en uygun olduğuna, ilgili hastanın klinik durumuna, kistin boyutu ve yapısına göre karar verilir (**7**).

7.KOMPLİKASYONLAR

Araknoid kist (AC) ameliyatı, semptomatik kistleri tedavi etmede etkili olsa da, hem işlem sırasında hem de sonrasında çeşitli olası komplikasyonlarla ilişkilidir. Komplikasyonlar genel olarak anestezik nedenler, cerrahi komplikasyonlar ve ameliyat sonrası postoperatif sorunlar olarak sınıflandırılabilir.

Anestezik Hususlar: Endoskopik AC ameliyatı, sürekli tuzlu su infüzyonunun neden olduğu kusma riski nedeniyle lokal anestezi altında yapılmamalıdır (kafatası içindeki hava) ameliyat sonrası kritik bir sorundur ve tuzlu su irrigasyonu yoluyla havayı çıkarmak için bir burr deliğinin yerleştirilmesini gerektirir (**24,50**).

Cerrahi Nöroşirürjik Riskler: Herhangi bir nöroşirürjik prosedür gibi, AC ameliyatı da kanama, enfeksiyon ve beyin omurilik sıvısı (BOS) sızıntısı gibi genel komplikasyon riski taşır.

Endoskopik Cerrahi Zorlukları: Endole minimal invazivdir, kanama gibi sorunlara yol açabilir (%3-14 vakada bildirilmiştir) ve bazen açık cerrahiye geçişi gerektirebilir (**23**). Ek olarak, obe nedeniyle kist içinde gezinme zorluğu gibi sorunlar, nöronavigasyon ve dikkatli planlama bu riskleri azaltmaya yardımcı olsa da.

Subdural Efüzyon: Bu, özellikle temporal AC'lerin cerrahi veya endoskopik tedavisinden sonra vakaların %2-40'ında bildirilmektedir. Kendiliğinden çözülme başarısız olursa subduroperitoneal şant gerekebilir (**28,51**).

Üçüncü Sinir Felci: Bu, temporal AC cerrahisi, botik yaklaşımlardan sonra yaygın bir komplikasyondur. Risk genellikle %1,5 ile %11,8 arasındadır ve kranial sinirlere zarar vermemek için dikkatli bir fenestasyon gerekir.

Ani Kist Sıvısı Drenajına Bağlı Kanama: Kist sıvısının aşırı drenajı, serebral kan akışı otoregülasyonunun başarısız olması durumunda intrakranial veya intrasistiperfüzyon yaralanmasına neden olabilir (**22,52**).

Suprasellar AC'lerde Optik ve Vasküler Komplikas-yonlar: Suprasellar AC'ler, hipotalamus gibi kritik yapılara yakınlıkları nedeniyle benzersiz zorluklar sunar. Kanama ve diabetes insipidus veya uygunsuz ADH salgılanması (SIADH) riski gibi komplikasyonlar, kalın diensefalik ve mezensefalik zarların delinmesi gerekliliği nedeniyle daha yüksektir (**34**).

BOS Fistülü: Bu, özellikle önemli bir dural açıklık yapılan durumlarda ameliyattan sonra ortaya çıkabilir. BOS fistülleri

genellikle lomber drenajla çözülür. Ameliyattan sonra BOS'un zayıf emilimi nedeniyle gelişir ve bazı durumlarda subdural peritoneal şant gerekebilir (**53**).

Şant Komplikasyonları:

Dış ve iç şant teknikleri, subdural hematom veya efüzyona yol açan aşırı drenaj ve şant enfeksiyonları (8-15% insidans) gibi komplikasyonlar.

Şant Bağımlılığı: Kist-peritoneal (CP) şanttan sonra, bazı hastalarda şant bağımlılığı gelişebilir, özellikle kist oblitere olursa, kist boyutunda bir değişiklik olmaksızın intrakraniyal basıncın artmasına neden olur. Şant enfeksiyonları yaygındır ve zamanında müdahale gerektirir. Enfeksiyon riskini en aza indirmek için temassız bir teknik, minimal ameliyathane trafiği ve hızlı cerrahi önerilir (**25-27**).

Hidrosefali:

Beyin ve araknoid membran arasında bulunan sıvı dolu kesecikler olan araknoid kistler, beyin omurilik sıvısının (BOS) yollarını tıkayarak hidrosefali gelişimine katkıda bulunabilir. Araknoid kist hastalarının %40'ında, yani önemli bir bölümünde hidrosefali görülebilir (54). Bu tıkanıklık, artan intrakraniyal basınca ve buna bağlı nörolojik defisitlere yol açabilir ve bu ilişkinin klinik önemini vurgular.

Pediatrik hastalarda bu durumların tedavisi genellikle cerrahi müdahale gerektirir. Schulz ve arkadaşlarının (55) çalışması, cerrahi rezeksiyon sonrası radyolojik ve klinik sonuçlarda önemli iyileşmeler gözlemlemiştir. Mustansir, Bashir ve Darbar (56), araknoid kist yönetimine dair kapsamlı bir inceleme sunarak, kist boyutu ve semptomatolojiye dayalı bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının önemini

vurgulamaktadır. Ayrıca, Hayes ve arkadaşları (57), yetişkinlerde cerrahi müdahalelerin etkinliğini vurgulamakta ve zamanında yönetimin hidrosefali ile ilişkili semptomları hafifletebileceğini belirtmektedir.

Epilepsi:

Araknoid kistler ile epilepsi arasındaki ilişki son yıllarda giderek artan bir ilgi uyandırmış ve bu ilişkinin karmaşıklıklarını vurgulamıştır. Beynin araknoid zarında bulunan sıvı dolu cepler olan araknoid kistler, kitle etkisi, normal beyin yapısının kesintiye uğraması ve kortikal etchitik değişikliği dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar yoluyla krizlerin aktivitesini etkileyebilir (58,59). Araknoid kistleri olan bireylerde epilepsi prevalansı değişebilse de çalışmalar, özellikle temporal lobda bulunan ve konvülsif başlangıcına katkıda bulunabilen kistlerde önemli bir korelasyon olduğunu öne sürmektedir (60). Epidemiyolojik veriler, Araknoid kistleri olan birçok hastanın asemptomatik kalmasına rağmen, dikkate değer bir alt kümenin epilepsi geliştirdiğini ve bu geçişle ilişkili patogenez ve potansiyel risk faktörleri üzerine araştırmaları teşvik ettiğini göstermektedir (61). Araknoid kistli hastalarda epilepsinin tedavisi ve yönetimi için çıkarımlar çok yönlüdür; Doktorlar, bireysel sunuma ve ilişkili risklere bağlı olarak hem cerrahi hem de cerrahi olmayan seçenekleri değerlendirmelidir (58). Bu durumların bir araya gelmesinin ortaya çıkardığı benzersiz zorlukları açıklayan hedefli yönetim stratejileri geliştirmek ve söz konusu kesin mekanizmaları açıklığa kavuşturmak için sürekli araştırmalara ihtiyaç vardır (59,60).

SONUÇ

Çocukluk çağında çoğunlukla tesadüfi olarak saptanmasının yanı sıra klinik semptomlar sonucu da fark edilebilir. Araknoid kistlerin büyük çoğunluğu doğası gereği asemptomatiktir.Tedavi planlamaları hastanın mevcut durumunun, yerleşim yerinin ve semptomlarının detaylı olarak değerlendirilmesi sonucu karara bağlanmaktadır.

KAYNAKLAR

1.Arachnoid Cysts.Edıtors:Mehmet Turgut M, Akhaddar A, Turgut A.T, Hall W.A. ISBN 978-3-031-22700-4 /ISBN978-3-031-22701-1 (eBook).doi.org/10.1007/978-3-031-22701-1.Springer.2023.Kesilmez E.C, Yüksel K.Z. Incidence of Arachnoid Cysts 55-58.

2. Johnston JC, Wester K, Sartwelle TP. Neurological fallacies leading to malpractice: a case studies approach. Neurol Clin. 2016;34(3):747–73.

3. Al-Holou WN, Terman S, Kilburg C, Garton HJ, Muraszko KM, Maher CO. Prevalence and natural history of arachnoid cysts in adults. J Neurosurg. 2013;118(2):222–31.

4. Al-Holou WN, Yew AY, Boomsaad ZE, Garton HJ, Muraszko KM, Maher CO. Prevalence and natural history of arachnoid cysts in children. J Neurosurg Pediatr. 2010;5(6):578–85.

5. Hall S, Smedley A, Rae S, Mathad N, Waters R, Chakraborty A, Sparrow O, Tsitouras V. Clinical and radiological outcomes following surgical treatment for intra-cranial arachnoid cysts. Clin Neurol Neurosurg. 2019;177:42–6.

6. Reports of medical cases, selected with a view of illustrating the symptoms and cure of diseases, by a reference to morbid anatomy. Med Chir Rev.1831;15(30):289–330.

7. Intracranial arachnoid cysts A Ahmed, Alan R Cohen 2023

8. Rengachary SS, Watanabe I. Ultrastructure and pathogenesis of intracranial arachnoid cysts. J Neuropathol Exp Neurol. 1981;40(1):61–83

9. Arachnoid Cysts.Edıtors:Mehmet Turgut M, Akhaddar A, Turgut A.T, Hall W.A. ISBN 978-3-031-22700-4 /ISBN978-3-031-22701-1 (eBook).doi.org/10.1007/978-3-031-22701-1.Springer.2023. Classification of Arachnoid Cysts. Kazan M.S, Özak A. 101-110

10. Barkovich AJ (1990) Apparent atypical callosal dysgenesis: analy-sis of MR findings in six cases and their relationship to holopros-encephaly. AJNR Am J Neuroradiol 11:333–339

11. Mori K (1992) Giant interhemispheric cysts associated with agen-esis of the corpus callosum. J Neurosurg 76:224–2

12. Arıncı, K. (2006). *Anatomi 2. cilt: Dolaşım sistemi, periferik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi, duyu organları*. Güneş kitapevi.

13. Arifoğlu Y. (2022).Her Yönüyle Nöroanatomi, İstanbul Tıp Kitabevleri, İstanbul

14. Waschke, J., Böckers T.M., Paulsen, F, (2016). Sobotta, Güneş kitapevi, Ankara

15. Lee JY, Kim JW, Phi JH, Kim SK, Cho BK, Wang KC: Enlarging arachnoid cyst: a false alarm for infants. Childs Nerv Syst 2012, 28:1203–1211.

16. Öcal, E. (2023). Understanding intracranial arachnoid cysts: a review of etiology, pathogenesis, and epidemiology. Child's Nervous System, 39(1), 73-78.

17. Koutsouras, G. W., Oh, J., & Krishnamurthy, S. (2023). Pathophysiology of Arachnoid Cysts. In Arachnoid Cysts: State-of-the-Art (pp. 41-46). Cham: Springer International Publishing.

18. Sadek, A. R., & Nader-Sepahi, A. (2019). Spinal arachnoid cysts: presentation, management and pathophysiology. Clinical Neurology and Neurosurgery, 180, 87-96.

19. André, A., Zérah, M., Roujeau, T., Brunelle, F., Blauwblomme, T., Puget, S., ... & Di Rocco, F. (2016). Suprasellar arachnoid cysts: toward a new simple classification based on prognosis and treatment modality. Neurosurgery, 78(3), 370-380.

20. Carbone, J., & Sadasivan, A. P. (2021). Intracranial arachnoid cysts: Review of natural history and proposed treatment algorithm. Surgical Neurology International, 12.

21. Diverse arachnoid cyst morphology indicates different pathophysiological origins Katrin Rabiei, Magnus Tisell, Carsten Wikkelsö, Bengt R. Johansson Fluids and Barriers of the CNS, 2014

22. Gui SB, Wang XS, Zong XY, Li CZ, Li B, Zhang YZ. Assessment of endoscopic treatment for mid-dle cranial fossa arachnoid cysts. Childs Nerv Syst. 2011;27:1121–8.

23. Oertel JMK, Wagner W, Mondorf Y, Baldauf J, Schroeder HWS, Gaab MR. Endoscopic treatment of arachnoid cysts: a detailed account of surgical techniques and results. Neurosurgery. 2010;67:824–36

24. Chernov MF, Kamikawa S, Yamane F, Hori T. Double-endoscopic approach for management of convexity arachnoid cyst: case report. Surg Neurol. 2004;61:483–7.

25. Paff M, Alexandru-Abrams D, Muhonen M, Loudon W. Ventriculoperitoneal shunt complications: a review. Interdiscip Neurosurg. 2018;13:66–70

26. Ciricillo SF, Cogen PH, Harsh GR, Edwards MS. Intracranial arachnoid cysts in children. A comparison of the effects of fenestration and shunting. JNeurosurg. 1991;74(2):230–5

27. Raffel C, McComb JG. To shunt or to fenestrate: which is the best surgical treatment for arach-noid cysts in pediatric patients? Neurosurgery.1988;23(3):338–42

28. Karabatsau K, Hayhurst C, Buxton N, O'Brien DF, Malluci CL. Endoscopic management of arachnoid cysts: an advancing technique. J Neurosurg.2007;106:455–62

29. Zada G, Krieger MD, McNatt SA, Bowen I, McComb JG (2007) Pathogenesis and treatment of intracranial arachnoid cysts in pediatric patients younger than 2 years of age. Neurosurg Focus 22(2):1–5

30. Marin Sanabria EA, Yamamoto H, Nagashima T, Kohmura E (2007) Evaluation of the management of arachnoid cyst of the posterior fossa in pediatric population: experience over 27 years. Childs Nerv Syst 23:535–542

31. Wang XJ. Intraparenchymal hemorrhage after surgical decompression of an epencephalon arachnoid cyst: a case report. World J Clin Cases.2021;9(1):274–7.

32. Hubele F, Imperiale A, Kremer S, Namer IJ: Asymptomatic giant arachnoid cyst. Clin Nucl Med 2012, 37:982–983.

33. Galassi E, Tognetti F, Frank F, Fagioli L, Nasi MT, Gaist G (1985) Infratentorial arachnoid cysts. J Neurosurg 63:210–217

34. Arachnoid Cysts.Edıtors:Mehmet Turgut M, Akhaddar A, Turgut A.T, Hall W.A. ISBN 978-3-031-22700-4 /ISBN978-3-031-22701-1 (eBook).doi.org/10.1007/978-3-031-22701-

1.Springer.2023.Tüzgen S, Küçükyürük B. Symptomatology of Craniospinal Arachnoid Cysts 183-187

35. Blaicher W, Prayer D, Bernaschek G. Magnetic resonance imaging and ultrasound in the assessment of the fetal central nervous system. J Perinat Med. 2003;31(6):459–68.

36. Wang HS, Kuo MF, Huang SC, Chou ML, Hung PC, Lin KL. Transcranial ultrasound diagnosis of intracranial lesions in children with headaches. Pediatr Neurol. 2002;26(1):43–6.

37. Callen PW. The obstetric ultrasound examination. In: Callen PW, editor. Ultrasonography in obstetrics and gynecology. 5th ed. Philadelphia, PA: Saunders- Elseiver; 2008.

38. Chen CP, Chang TY, Wang W. Third-trimester ultrasound evaluation of arachnoid cysts. Taiwan J Obstet Gynecol. 2007;46(4):427–8.

39. Hanieh A, Simpson DA, North JB. Arachnoid cysts: a critical review of 41 cases. Childs Nerv Syst. 1988;4(2):92–6.

40. Paladini D, Volpe P. Central and peripheral nervous system anomalies. In: Paladini D, editor. Ultrasound of congenital fetal anomalies. 2nd ed. CRC Press; 2014.

41. Yin L, Yang Z, Pan Q, Zhang J, Li X, Wang F, Ye Y, Deng X, Hu C. Sonographic diagnosis and prognosis of fetal arachnoid cysts. J Clin Ultrasound. 2018;46(2):96–102.

42. Chen CP. Prenatal diagnosis of arachnoid cysts. Taiwan J Obstet Gynecol. 2007;46(3):187–98.

43. Chen CY, Wong JS, Hsieh SC, Chu JS, Chan WP. Intracranial epidermoid cyst with hemorrhage: MR imaging findings. AJNR Am J Neuroradiol. 2006;27(2):427–9.

44. Gupta N, Grover H, Bansal I, Hooda K, Sapire JM, Anand R, Kumar Y. Neonatal cranial sonography: ultrasound findings in neonatal meningitis—a pictorial review. Quant Imaging Med Surg. 2017;7(1):123–31.

45. Nadgir R, Yousem D. Congenital anomalies of the central nervous system. In: Yousem D, Nadgir R, editors. Neuroradiology: the requisites the core requisites. 4th ed. Philadelphia, PA: Elseiver; 2016.

46. Gosalakkal JA. Intracranial arachnoid cysts in children: a review of pathogenesis, clinical features, and management. Pediatr Neurol. 2002;26(2):93–8.

47. Westermaier T, Schweitzer T, Ernestus RI. Arachnoid cysts. Adv Exp Med Biol. 2012;724:37–50.

48. Kornienko VN, Pronin IN. Arachnoid cysts. In: Pronin IN, Kornienko VN, editors. Springer; 2008.

49. Dutt SN, Mirza S, Chavda SV, Irving RM. Radiologic differentiation of intracranial epidermoids from arachnoid cysts. Otol Neurotol. 2002;23(1):84–92.

50. Choi JU, Kim DS, Huh R. Endoscopic approach to arachnoid cyst. Childs Nerv Syst. 1999;15:285–91.

51. Kang JK, Lee KS, Lee IW, Jeun SS, Son BC, Jung CK, Park YS, Lee SW. Shunt-independent surgical treatment of middle cranial fossa arachnoid cysts in children. Childs Nerv Syst. 2000;16:111–6.

52. Couvreur T, Hallaert G, Heggen TVD, Baert E,Dewaele F, Kalala Okito J-P, Vanhauwaert D, Deruytter M, Roost DV,

Caemaert J. Endoscopic treatment of temporal arachnoid cysts in 34 patients. World Neurosurg. 2015;84:734–40.

53. Elhammady MSA, Bhatia S, Ragheb J. Endoscopic fenestration of middle fossa arachnoid cysts: a technical description and case series. Pediatr Neurosurg. 2007;43:209–15.

54. Deopujari, C. E., Shaikh, S. T., Karmarkar, V. S., Sudke, A. Y., Mohanty, C. B., & Biyani, N. K. (2021). Experience with management of intracranial arachnoid cysts. Journal of Neurological Surgery Part A: Central European Neurosurgery, 82(01), 043-052.

55. Schulz, M., Oezkan, Y., Schaumann, A., Sieg, M., Tietze, A., & Thomale, U. W. (2021). Surgical management of intracranial arachnoid cysts in pediatric patients: radiological and clinical outcome. Journal of Neurosurgery: Pediatrics, 28(1), 102-112.

56. Mustansir, F., Bashir, S., & Darbar, A. (2018). Management of arachnoid cysts: a comprehensive review. Cureus, 10(4).

57. Hayes, M. J., TerMaath, S. C., Crook, T. R., & Killeffer, J. A. (2019). A review on the effectiveness of surgical intervention for symptomatic intracranial arachnoid cysts in adults. World Neurosurgery, 123, e259-e272.

58. Satte, A. (2023). Epilepsy and Arachnoid Cysts. In Arachnoid Cysts: State-of-the-Art (pp. 197-207). Cham: Springer International Publishing.

59. Öcal, E. (2023). Understanding intracranial arachnoid cysts: a review of etiology, pathogenesis, and epidemiology. Child's Nervous System, 39(1), 73-78.

60. Broekx, S., Vandevenne, J., & Weyns, F. (2020). Exploring the controversial association between intracranial arachnoid cysts and epileptogenesis: a case report and review of the literature. SN Comprehensive Clinical Medicine, 2(11), 2482-2488.

61. Carpio, A., Romo, M. L., Hauser, W. A., & Kelvin, E. A. (2021). New understanding about the relationship among neurocysticercosis, seizures, and epilepsy. Seizure, 90, 123-129.

PERİODONTOLOJİDE DÜŞÜK SEVİYELİ LAZER TEDAVİSİ[12]

Melis ÖZGÜL SLEZOVIC[13]

1. GİRİŞ

1.1 Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi Nedir?

Düşük seviyeli lazer tedavisi (DSLT) genellikle düşük güçlü bir lazer veya ışık yayan diyot (LED) kullanılarak doku onarımını desteklemek, inflamasyonu azaltmak veya analjezi sağlamak için kulllanılan ışık uygulamasıdır. DSLT, tedavi edilen dokuda doku mimarisinde değişikliğe yol açacak sıcaklık artışına neden olmadığı için "soğuk lazer tedavisi" olarak da

12 Uzmanlık tezinden yazılmıştır.

12 Uzm. Dt, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı, 0000 0001 9894 4891

bilinmektedir (de Freitas & Hamblin, 2016). Fark edilebilir bir sıcaklık artışı olmamasına rağmen, DSLT tarafından biyolojik değişiklik üretilebilir. Yüksek güçlü lazerlerin termal etkilerinin aksine, düşük seviye lazer tedavisi (DSLT), düşük güç çıkışı (mW aralığında), düşük enerji dozu ve uygun dalga boyları (600-1000 nm) ile anti-inflamatuar, biyostimülasyon ve analjezideki fotokimyasal rolü nedeniyle önerilmektedir (Posten et al., 2005; Sun & Tunér, 2004).

Başlangıçta, düşük seviyeli lazerlerin stimülasyon etkisi ile ilgili olarak sıklıkla 'fotobiyoaktivasyon' ve 'biyostimülasyon' gibi ifadeler kullanılmıştır(Wu et al., 2012). Daha sonra, bu radyasyonun bir inhibitör etkisi de not edilmiştir ve "biyomodülasyon" terimi kullanılmaya başlanmıştır (Schindl, Schindl, Pernerstorfer-Schön, & Schindl, 2000).

DSLT, inflamasyonu, ödemi ve kronik eklem bozukluklarını azaltmak (Christie et al., 2007; Jamtvedt et al., 2008); yaraların iyileşmesini desteklemek, daha derin yaraların, daha derin dokuların ve sinirlerin iyileşmesini sağlamak (Gigo-Benato, Geuna, & Rochkind, 2005; Posten et al., 2005) ve nörolojik bozuklukları ve ağrıyı tedavi etmek gibi çeşitli tedavi uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır (Chow, Johnson, Lopes-Martins, & Bjordal, 2009).

1.2 Düşük Seviyeli Lazer Tedavisinin Etki Mekanizması

Fotobiyolojinin birinci şartı, ışık fotonlarının herhangi bir biyolojik etkiye sahip olması için doku içinde bulunan bir molekül (kromofor adı verilen) tarafından absorbe edilmesi gerekliliğidir. Karu ve Passarella, fotobiyomodülasyonu (FBM)'nin faydalı etkilerinden sorumlu başlıca kromoforlardan birinin mitokondri içinde yer aldığını öne sürmüşlerdir

(Passarella & Karu, 2014). Sitokrom c oksidazın (SCO) kırmızı lazer (633 nm) ile aktive olduğu in vitro olarak gösterilmiştir (Pastore, 2000). SCO, mitokondriyal solunum zincirinin IV. Ünitesidir ve nitrik oksit (NO), ATP, kalsiyum iyonları, reaktif oksijen türleri (reactive oxygen species; ROS) ve çok sayıda diğer sinyal molekülleri gibi çeşitli moleküllerin aktivitesini sağlar (Hamblin, 2018). 500 nm'nin üzerindeki dalga boylarının mitokondriyal solunum elektron transferini hızlandırarak hücreyi uyardığı ilk olarak Karu ve ark. tarafından bildirilmiştir (T. Karu, 1989). SCO'nun bakır ve demir kromoforları aracılığıyla ışığın kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelerinden bir fotoalıcı olarak hareket ettiği ve bunun sonucunda hücresel metabolizmayı ve ATP üretimini hızlandırdığı düşünülmektedir (T. I. Karu, 2010). DSLT'nin elektron taşıma zinciri üzerindeki etkisi, hücre tarafından üretilen ATP seviyelerini arttırmakla kalmamakta, ışınlamayı takiben düşük seviyede ROS üretiminin fotobiyomodülasyonun ilk adımı olduğu öne sürülmektedir (Lipovsky, Nitzan, & Lubart, 2008). Oksijen, elektron taşıma zincirinde son elektron alıcısı olarak görev yapmakta ve bu süreçte suya dönüşmektedir. Metabolize olan oksijenin bir kısmı, doğal bir yan ürün olarak ROS üretmektedir. DSLT oksijen metabolizmasını desteklediğinden, aynı zamanda ROS üretimini de arttırmaktadır. Buna karşılık ROS, çeşitli uyarıcı ve koruyucu genlerin düzenlenmesine yol açan transkripsiyon faktörlerini aktive etmektedir. Bu genlerin hücresel proliferasyon (Moore, Ridgway, Higbee, Howard, & Lucroy, 2005), migrasyon (Hawkins, Houreld, & Abrahamse, 2005) ve düşük seviyeli ışıkla uyarıldığı gösterilen sitokinlerin ve büyüme faktörlerinin üretimi ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Song et al., 2003; Yu, Wu, Kao, Chiou, & Yu, 2003). Transkripsiyon faktörlerinin aktivasyonu, birçok koruyucu, antiapoptotik, antioksidan ve proliferayon gen ürününün ekspresyonuna yol açar (Hashmi et al., 2010). Hücrelerin DSLT ile ışınlanması, 1-24 saat içinde artan

mitokondriyal membran potansiyeli, siklik AMP, ATP ve hücre içi kalsiyum ile gösterilen mitokondriyal tepkileri indükler. Böylece hasarlı hücrelerin homeostazı yeniden sağlanmakta ve hücre canlılığı artmaktadır (Zungu, Hawkins Evans, & Abrahamse, 2009).

1.3 Düşük Seviyeli Lazer Tedavisinin Kullanım Alanları

Günümüzde DSLT yaraları sterilize etmek, kanser hücrelerini öldürmek, büyük kronik venöz ve diyabetik yaraların önemli ölçüde daha hızlı iyileşmesini teşvik etmek, artritik eklemlerde, sırt ve boyunda ağrıyı azaltmak, inflamasyonu azaltmak için vb amaçlar ile kullanılmaktadır (Karlsson, Diogo Löfgren, & Jansson, 2008). Ayrıca klinik olarak felç, miyokard enfarktüsü, dejeneratif veya travmatik beyin bozuklukları, kalp krizi, omurilik yaralanması, travmatik beyin hasarı ve dejeneratif veya travmatik beyin bozuklukları gibi ciddi yaşamı tehdit eden hastalıklarda kullanım alanları bulmuştur (D.-H. Choi et al., 2012; Posten et al., 2005).

Doku onarımı sürecinde DSLT'nin bazı ana biyostimülasyon etkileri epitelyal hücrelerin ve fibroblastların mitotik aktivitesinin indüklenmesini, bu hücreler tarafından kollajen üretiminin uyarılmasını ve bazı kimyasal mediyatörlerin salgılanmasının engellenmesini, kılcal damar yoğunluğunda değişiklik ve lokal mikro dolaşımın uyarılmasını içerir (Maluf, Ughini, Maluf, & Pagnoncelli, 2006). DSLT uygulaması sonucu ödemin absorpsiyonu ve ara metabolitlerin birikiminin atılması ile kılcal hidrostatik basınçta değişiklik olup mikro dolaşım hızlanır ve lazerin antienflamatuvar ve anti-ödem etkiler ortaya çıkarmaktadır (Lins et al., 2010). Ayrıca DSLT'nin dokulardaki tamiri indükleme, inflamasyon ve fibrozisin olumsuz sonuçlarını

hafifletme konusundaki doza bağımlı yeteneği ise birçok çalışma ile gösterilmiştir. DSLT, oksidatif stresi azaltarak inflamasyonun azalmasına neden olmaktadır. (Hu et al., 2007; Oron et al., 2006). İnflamatuar sitokinlerin üretiminden sorumlu genlerin ekspresyonunu değiştirerek yara iyileşme sürecini hızlandırdığını belirtilmiştir (Safavi et al., 2008).

Fillipin ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada DSLT'nin histolojik anormallikleri, oksidatif stresi ve kollajen konsantrasyonunu azalttığı ve fibrozisin azalmasına oksidan/antioksidan dengesi üzerindeki faydalı etkilerin aracılık edebileceği öne sürülmüştür (Fillipin et al., 2005). Buna benzer bir şekilde başka bir çalışmada DSLT'nin potansiyel anti-fibrotik etkisini göstererek bu terapinin doku fibrozunun tedavisi için umut verici bir terapötik araç olarak değerlendirilebileceğini öne sürmüşlerdir (Sassoli et al., 2016). DSLT ile oluşturulan fotobiyomodülasyonun, deri fibrozu ile ilişkili temel hücresel özellikleri modüle edebildiğini ve deri fibrozunun tedavisi için gelişmekte olan bir tedavi yöntemi olduğunu belirtilmiştir (Mamalis, Siegel, & Jagdeo, 2016). Fotobiyomodülasyon tedavisinin, farklı organlarda fibrozisin azaltılmasında faydalı etkileri olduğu bildirilmiştir (Avci et al., 2013; da Rosa et al., 2012).

1.4 Periodontolojide Düşük Seviyeli Lazer Tedavisi

Periodontoloji, periodontal ve periimplant dokularda cerrahi ve cerrahi olmayan tedavilerde lazer teknolojisini tek başına veya yardımcı tedavi olarak benimsemiştir ve birçok farklı dokuda başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Koagülasyon, antibakteriyel etki, kök yüzeyi detoksifikasyonu ve smear tabakasının giderilmesi, kemik remodelling ve diş yüzey temizliği gibi faydaları ile periodontal tedavilerde farklı yüksek

ve düşük seviyeli lazerler kullanılmıştır (Kinga Grzech-Leśniak, 2017; Mills et al., 2018).

1.4.1 Cerrahi olmayan periodontal tedavide DSLT

Düşük seviyeli lazer tedavisi, periodontal ve peri-implant inflamasyon tedavisinde yardımcı veya alternatif bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir (K. Grzech-Leśniak, Sculean, & Gašpirc, 2018; Świder, Dominiak, Grzech-Leśniak, & Matys, 2019).

Düşük seviyeli lazer tedavisinin gingivitis için terapötik bir yöntem olarak, başlangıç tedavisine ek olarak kullanımının anti-inflamatuar özelliklere ek bir faydaya sahip olabileceğini rapor edilmiştir (Igic et al., 2012). Makhlouf ve ark. periodontitis hastalarında yaptıkları çalışmada, tek başına SRP ile karşılaştırıldığında, SRP ile kombinasyon halinde DSLT'nin, 6. ve 12. ayda kemik yoğunluğunu daha da iyileştirdiğini ve 6. Ayda sondlanan cep derinliğini azalttığını göstermişlerdir. Ancak DSLT kullanımı gingival ve plak indekslerini veya IL-1b seviyelerini anlamlı ölçüde değiştirmediğini belirtmişlerdir (Makhlouf, Dahaba, Tunér, Eissa, & Harhash, 2012). Başka bir çalışmada, diş yüzey temizliği ve kök düzleştirmesinin ardından periodontal ceplere uygulanan düşük seviyeli lazer ışınlamasının, tek başına diş yüzey temizliği ve kök yüzey düzleştirmesine kıyasla daha az dişeti inflamasyonu gösterdiği bildirilmiştir (Qadri, Miranda, Tunér, & Gustafsson, 2005). Kronik periodontitisli hastalarda cerrahi olmayan periodontal tedaviye ek olarak DSLT'nin etkisini değerlendiren başka bir çalışmada ise cerrahi olmayan periodontal tedaviye ek bir tedavi olarak DSLT uygulandığında periodontal iyileşmeyi geliştirdiğini ifade etmişlerdir (Aykol et al., 2011). Obradovic ve ark'nın yaptıkları çalışmada, DSLT'nin dişeti inflamasyonun giderilmesinde etkili

olduğunu ve diyabetik hastaların başlangıç periodontal tedavisinde yardımcı bir araç olarak önerilebileceğini belirtmişlerdir (Obradović et al., 2011). Obradovic ve ark'nın yaptıkları diğer bir split-mouth klinik çalışmada periodontitise sahip 50 hastada DSLT'nin dişeti inflamasyonuna etkisini araştırmışlardır. Düşük seviyeli lazer alan bölgelerde daha belirgin bir iyileşme görülmüştür. Düşük seviyeli lazer tedavisi temel periodontal tedaviye ek olarak, tek başına temel periodontal tedaviye kıyasla periodontitis aktivitesinde önemli bir azalma ve periodontal sağlığın iyileşmesi gözlenmiştir. Yazarlar, DSLT'nin dişeti inflamasyonun giderilmesinde ve periodontal sağlığın iyileştirilmesinde etkili olduğunu, temel periodontal tedaviye ek olarak önerilebileceğini belirtmiştir (Obradovic et al., 2015). Benzer bir split-mouth klinik çalışmada da diş yüzey temizliğine ek olarak uygulanan DSLT'nin klinik parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı faydalar sağladığı görülmüştür.(Gündoğar, Şenyurt, Erciyas, Yalım, & Üstün, 2016).

Literatürde DSLT'nin gingival fibroblastlar üzerindeki etkisini değerlendiren in vitro çalışmalar da bulunmaktadır. Almeida-Lopes et al. DSLT'nin insan gingival fibroblastları üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada farklı dalga boylarında aynı enerji yoğunluğunda diyot lazer uygulamışlardır. Değerlendirme periyotları lazer uygulamasından 2, 4 ve 6 gün sonra yapılmıştır. Yazarlar DSLT'nin in vitro fibroblast proliferasyonunu artırdığını ve bu etkilerin doza bağımlı geliştiğini, daha az süre lazer uygulamasının dişeti fibroblastlarının daha yüksek proliferasyonu ile sonuçlandığı rapor etmişlerdir (Almeida-Lopes, Rigau, Zângaro, Guidugli-Neto, & Jaeger, 2001). Saygun ve ark'nın yaptıkları in vitro çalışmada, DSLT uygulanan insan gingival fibroblast hücrelerinde daha yüksek proliferasyon ve canlılık gösterdiği bildirilmiştir. DSLT'nin, büyüme faktörlerinin üretimini artırarak

periodontal yara iyileşmesi ve rejenerasyonunda önemli bir rol oynayabileceğini ifade etmişlerdir (Isil Saygun et al., 2008). Saygun ve ark'nın bir diğer çalışmada ise DSLT'nin osteoblast hücrelerinin proliferasyonunu arttırdığı ve bu hücrelerden fibroblast büyüme faktörü ve insülin benzeri büyüme faktörünün salınımını uyardığı gösterilmiştir. DSLT'nin biyostimülatör etkisinin, büyüme faktörlerinin artan üretimi ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Saygun et al., 2012). Slezovic ve ark'nın yaptıkları bir in vitro çalışmada kalsiyum kanal blokerine bağlı dişeti büyümesi olan hastadan elde edilen gingival fibroblastlarda DSLT'nin antifibrotik etki gösterdiği bulunurken sağlıklı gingival fibroblastlarda proliferasyonu desteklediği gösterilmiştir (Slezovic, Saygun, Bengi, Serdar, & Kantarci, 2024) . Çeşitli çalışmalar, DSLT'nin, büyüme faktörü ve sitokin sentezini uyararak dokularda hücre proliferasyonunu, farklılaşmasını ve migrasyonu gibi özellikleri stimüle edebileceği ve böylece rejeneratif kapasitelerini olumlu yönde etkileyebileceğini göstermiştir(AlGhamdi, Kumar, & Moussa, 2012; Illescas-Montes et al., 2017).

1.4.2 Periodontal Cerrahi tedavilerde DSLT

Son yıllarda DSLT mukogingival ve gingivektomi prosedürlerinden sonra periodontal yara iyileşmesinde başarıyla denenmiş ve test edilmiştir. Özçelik ve ark., gingivektomi ve gingivoplasti operasyonları sonrasında 7 gün süre ile diyot lazer uygulanan hastalarda, DSLT'nin epitelizasyonu artırabildiğini ve yara iyileşmesine pozitif katkı sağladığını göstermişlerdir (Ozcelik, Cenk Haytac, Kunin, & Seydaoglu, 2008). Kohale ve ark'nın yaptıkları klinik çalışmada gingivektomi sonrasında diyot lazer ile DSLT uygulanan hastalarda daha iyi yara iyileşmesi gözlendiği ifade edilmiştir (Kohale, Agrawal, & Raut, 2018). Gingivektomi sonrasında düşük seviyeli lazer uygulamasının iyileşmeyi arttırdığını gösteren benzer klinik çalışmalar

mevcuttur (Chawla, Lamba, Tandon, Faraz, & Gaba, 2016; Reddy et al., 2019).

Furkasyon defektlerinin tedavisinde yönlendirilmiş doku rejenerasyonu uygulamalarında DSLT kullanımının olumlu klinik ve biyokimyasal sonuçlara yol açtığı ve DSLT'nin yönlendirilmiş doku rejenerasyonunun etkilerini iyileştirebileceği gösterilmiştir (Doğan et al., 2016). Yapılan çalışmalar ile DSLT'nin periodontal ligament fibroblastlarını ve gingival fibroblastlarının özelliklerine pozitif yönde etkileyerek periodontal yara iyileşmesi üzerinde faydalı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Basso et al., 2012; E.-J. Choi et al., 2010). Düşük seviyeli lazer ışınlamasının etkinliği hem implantlarda hem de implantlarla ilişkili kemik greftleme prosedürlerinde osteoblastların stimüle edilmesinde gösterilmiştir (Lopes, Pinheiro, Sathaiah, Silva, & Salgado, 2007). Yapılan çalışmalarda uygulama süresine ve dalga boyuna bağlı olarak DSLT ile oluşan fotobiyomodulasyonun, kemiğin remodellingi için gereken süreyi önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Barbosa et al., 2013; de Souza Merli et al., 2012). Düşük seviyeli lazer tedavisinin, alkalin fosfataz aktivitesini ve osteoblastlarda osteopontin, osteokalsin, kemik sialoprotein gibi osteoblastik diferansiyosyon marker'larının mRNA ekspresyonunu arttırdığı ve kemik oluşumunu desteklediği in vitro olarak gösteren çalışmalar mevcuttur (Ozawa, Shimizu, Kariya, & Abiko, 1998; Stein, Benayahu, Maltz, & Oron, 2005). Ayrıca düşük seviyeli lazer tedavisinin, titanyum diskler üzerinde kültürlenen fibroblastların ve osteoblastların çoğalmasını ve bağlanmasını uyardığı da bildirilmiştir (Khadra, Kasem, Lyngstadaas, Haanæs, & Mustafa, 2005; Khadra, Lyngstadaas, Haanæs, & Mustafa, 2005).

2. SONUÇ

Son yıllarda, DSLT hem tıbbi hem de diş hekimliği alanlarında çeşitli kullanım alanları bulmuştur. DSLT'nin peridontal cerrahi tedavilerde ve cerrahisiz tedavilerde yara iyileşmesine olumlu etkileri gösterilmiştir. DSLT'nin çeşitli hücresel yapılar üzerindeki etkileri hakkında daha fazla bilgi edinmek DSLT'nin kullanım alanlarını daha iyi aydınlatmayı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

AlGhamdi, K. M., Kumar, A., & Moussa, N. A. (2012). Low-level laser therapy: A useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. *Lasers in Medical Science*, *27*(1), 237–249. https://doi.org/10.1007/s10103-011-0885-2

Almeida-Lopes, L., Rigau, J., Zângaro, R. A., Guidugli-Neto, J., & Jaeger, M. M. (2001). Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence. *Lasers in Surgery and Medicine*, *29*(2), 179–184. https://doi.org/10.1002/lsm.1107

Avci, P., Gupta, A., Sadasivam, M., Vecchio, D., Pam, Z., Pam, N., & Hamblin, M. R. (2013). Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: Stimulating, healing, restoring. *Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery*, *32*(1), 41–52.

Aykol, G., Baser, U., Maden, I., Kazak, Z., Onan, U., Tanrikulu-Kucuk, S., … Yalcin, F. (2011). The Effect of Low-Level Laser Therapy as an Adjunct to Non-Surgical Periodontal Treatment. *Journal of Periodontology*, *82*(3), 481–488. https://doi.org/10.1902/jop.2010.100195

Barbosa, D., de Souza, R. A., Xavier, M., da Silva, F. F., Arisawa, E. Â. L., & Villaverde, A. G. J. B. (2013). Effects of low-level laser therapy (LLLT) on bone repair in rats: Optical densitometry analysis. *Lasers in Medical Science*, *28*(2), 651–656. https://doi.org/10.1007/s10103-012-1125-0

Basso, F. G., Pansani, T. N., Turrioni, A. P. S., Bagnato, V. S., Hebling, J., & de Souza Costa, C. A. (2012). In Vitro Wound Healing Improvement by Low-Level Laser Therapy Application

in Cultured Gingival Fibroblasts. *International Journal of Dentistry*, *2012*, e719452. https://doi.org/10.1155/2012/719452

Chawla, K., Lamba, A. K., Tandon, S., Faraz, F., & Gaba, V. (2016). Effect of low-level laser therapy on wound healing after depigmentation procedure: A clinical study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, *20*(2), 184–188. https://doi.org/10.4103/0972-124X.176393

Choi, D.-H., Lim, J. H., Lee, K.-H., Kim, M. Y., Kim, H. Y., Shin, C. Y., … Lee, J. (2012). Effect of 710-nm Visible Light Irradiation on Neuroprotection and Immune Function after Stroke. *Neuroimmunomodulation*, *19*(5), 267–276. https://doi.org/10.1159/000335547

Choi, E.-J., Yim, J.-Y., Koo, K.-T., Seol, Y.-J., Lee, Y.-M., Ku, Y., … Kim, T.-I. (2010). Biological effects of a semiconductor diode laser on human periodontal ligament fibroblasts. *Journal of Periodontal & Implant Science*, *40*(3), 105–110. https://doi.org/10.5051/jpis.2010.40.3.105

Chow, R. T., Johnson, M. I., Lopes-Martins, R. A., & Bjordal, J. M. (2009). Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: A systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *The Lancet*, *374*(9705), 1897–1908. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61522-1

Christie, A., Jamtvedt, G., Dahm, K. T., Moe, R. H., Haavardsholm, E. A., & Hagen, K. B. (2007). Effectiveness of Nonpharmacological and Nonsurgical Interventions for Patients With Rheumatoid Arthritis: An Overview of Systematic Reviews. *Physical Therapy*, *87*(12), 1697–1715. https://doi.org/10.2522/ptj.20070039

da Rosa, A. S., dos Santos, A. F., da Silva, M. M., Facco, G. G., Perreira, D. M., Alves, A. C. A., … de Carvalho, P. de T. C. (2012). Effects of Low-level Laser Therapy at Wavelengths of 660 and 808 nm in Experimental Model of Osteoarthritis. *Photochemistry and Photobiology*, *88*(1), 161–166. https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2011.01032.x

de Freitas, L. F., & Hamblin, M. R. (2016). Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, *22*(3), 348–364. https://doi.org/10.1109/JSTQE.2016.2561201

de Souza Merli, L. A., de Medeiros, V. P., Toma, L., Reginato, R. D., Katchburian, E., Nader, H. B., & Faloppa, F. (2012). The Low Level Laser Therapy Effect on the Remodeling of Bone Extracellular Matrix. *Photochemistry and Photobiology*, *88*(5), 1293–1301. https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2012.01172.x

Doğan, G. E., Aksoy, H., Demir, T., Laloğlu, E., Özyıldırım, E., Sağlam, E., & Akçay, F. (2016). Clinical and biochemical comparison of guided tissue regeneration versus guided tissue regeneration plus low-level laser therapy in the treatment of class II furcation defects: A clinical study. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, *18*(2), 98–104. https://doi.org/10.3109/14764172.2015.1114637

Fillipin, L. I., Mauriz, J. L., Vedovelli, K., Moreira, A. J., Zettler, C. G., Lech, O., … González-Gallego, J. (2005). Low-level laser therapy (LLLT) prevents oxidative stress and reduces fibrosis in rat traumatized Achilles tendon. *Lasers in Surgery and Medicine*, *37*(4), 293–300. https://doi.org/10.1002/lsm.20225

Gigo-Benato, D., Geuna, S., & Rochkind, S. (2005). Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: A review of

the literature. *Muscle & Nerve*, *31*(6), 694–701. https://doi.org/10.1002/mus.20305

Grzech-Leśniak, K., Sculean, A., & Gašpirc, B. (2018). Laser reduction of specific microorganisms in the periodontal pocket using Er:YAG and Nd:YAG lasers: A randomized controlled clinical study. *Lasers in Medical Science*, *33*(7), 1461–1470. https://doi.org/10.1007/s10103-018-2491-z

Grzech-Leśniak, Kinga. (2017). Making Use of Lasers in Periodontal Treatment: A New Gold Standard? *Photomedicine and Laser Surgery*, *35*(10), 513–514. https://doi.org/10.1089/pho.2017.4323

Gündoğar, H., Şenyurt, S. Z., Erciyas, K., Yalım, M., & Üstün, K. (2016). The effect of low-level laser therapy on non-surgical periodontal treatment: A randomized controlled, single-blind, split-mouth clinical trial. *Lasers in Medical Science*, *31*(9), 1767–1773. https://doi.org/10.1007/s10103-016-2047-z

Hamblin, M. R. (2018). Photobiomodulation for traumatic brain injury and stroke. *Journal of Neuroscience Research*, *96*(4), 731–743. https://doi.org/10.1002/jnr.24190

Hashmi, J. T., Huang, Y.-Y., Osmani, B. Z., Sharma, S. K., Naeser, M. A., & Hamblin, M. R. (2010). Role of low-level laser therapy in neurorehabilitation. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, *2*(12 Suppl 2), S292-305. https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.10.013

Hawkins, D., Houreld, N., & Abrahamse, H. (2005). Low level laser therapy (LLLT) as an effective therapeutic modality for delayed wound healing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1056*, 486–493. https://doi.org/10.1196/annals.1352.040

Hu, W.-P., Wang, J.-J., Yu, C.-L., Lan, C.-C. E., Chen, G.-S., & Yu, H.-S. (2007). Helium–Neon Laser Irradiation Stimulates Cell Proliferation through Photostimulatory Effects in Mitochondria. *Journal of Investigative Dermatology*, *127*(8), 2048–2057. https://doi.org/10.1038/sj.jid.5700826

Igic, M., Mihailovic, D., Kesic, L., Milasin, J., Apostolovic, M., Kostadinovic, L., & Janjic, O. T. (2012). Cytomorphometric and clinical investigation of the gingiva before and after low-level laser therapy of gingivitis in children. *Lasers in Medical Science*, *27*(4), 843–848. https://doi.org/10.1007/s10103-011-0993-z

Illescas-Montes, R., Melguizo-Rodríguez, L., Manzano-Moreno, F. J., García-Martínez, O., Ruiz, C., & Ramos-Torrecillas, J. (2017). Cultured Human Fibroblast Biostimulation Using a 940 nm Diode Laser. *Materials*, *10*(7), 793. https://doi.org/10.3390/ma10070793

Jamtvedt, G., Dahm, K. T., Christie, A., Moe, R. H., Haavardsholm, E., Holm, I., & Hagen, K. B. (2008). Physical Therapy Interventions for Patients With Osteoarthritis of the Knee: An Overview of Systematic Reviews. *Physical Therapy*, *88*(1), 123–136. https://doi.org/10.2522/ptj.20070043

Karlsson, M. R., Diogo Löfgren, C. I., & Jansson, H. M. (2008). The Effect of Laser Therapy as an Adjunct to Non-Surgical Periodontal Treatment in Subjects With Chronic Periodontitis: A Systematic Review. *Journal of Periodontology*, *79*(11), 2021–2028. https://doi.org/10.1902/jop.2008.080197

Karu, T. (1989). Photobiology of Low-power Laser Effects: *Health Physics*, *56*(5), 691–704. https://doi.org/10.1097/00004032-198905000-00015

Karu, T. I. (2010). Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB Life*, *62*(8), 607–610. https://doi.org/10.1002/iub.359

Khadra, M., Kasem, N., Lyngstadaas, S. P., Haanæs, H. R., & Mustafa, K. (2005). Laser therapy accelerates initial attachment and subsequent behaviour of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. *Clinical Oral Implants Research*, *16*(2), 168–175. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01092.x

Khadra, M., Lyngstadaas, S. P., Haanæs, H. R., & Mustafa, K. (2005). Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomaterials*, *26*(17), 3503–3509. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.09.033

Kohale, B. R., Agrawal, A. A., & Raut, C. P. (2018). Effect of low-level laser therapy on wound healing and patients' response after scalpel gingivectomy: A randomized clinical split-mouth study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, *22*(5), 419–426. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_239_18

Lins, R. D. A. U., Dantas, E. M., Lucena, K. C. R., Catão, M. H. C. V., Granville-Garcia, A. F., & Carvalho Neto, L. G. (2010). Biostimulation effects of low-power laser in the repair process. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, *85*, 849–855. https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011

Lipovsky, A., Nitzan, Y., & Lubart, R. (2008). A possible mechanism for visible light-induced wound healing. *Lasers in Surgery and Medicine*, *40*(7), 509–514. https://doi.org/10.1002/lsm.20668

Lopes, C. B., Pinheiro, A. L. B., Sathaiah, S., Silva, N. S. D., & Salgado, Miguel. A. C. (2007). Infrared Laser Photobiomodulation (λ 830 nm) on Bone Tissue Around Dental Implants: A Raman Spectroscopy and Scanning Electronic Microscopy Study in Rabbits. *Photomedicine and Laser Surgery*, *25*(2), 96–101. https://doi.org/10.1089/pho.2006.2030

Makhlouf, M., Dahaba, M. M., Tunér, J., Eissa, S. A., & Harhash, T. A.-H. (2012, February 24). Effect of Adjunctive Low Level Laser Therapy (LLLT) on Nonsurgical Treatment of Chronic Periodontitis [Research-article]. https://doi.org/10.1089/pho.2011.3069

Maluf, A. P., Ughini, G. C., Maluf, R. P., & Pagnoncelli, R. M. (2006). Utilização de laser terapêutico em exodontia de terceiros molares inferiores. *RGO (Porto Alegre)*, 182–184.

Mamalis, A., Siegel, D., & Jagdeo, J. (2016). Visible Red Light Emitting Diode Photobiomodulation for Skin Fibrosis: Key Molecular Pathways. *Current Dermatology Reports*, *5*(2), 121–128. https://doi.org/10.1007/s13671-016-0141-x

Mills, M. P., Rosen, P. S., Chambrone, L., Greenwell, H., Kao, R. T., Klokkevold, P. R., … Wang, H.-L. (2018). American Academy of Periodontology best evidence consensus statement on the efficacy of laser therapy used alone or as an adjunct to non-surgical and surgical treatment of periodontitis and peri-implant diseases. *Journal of Periodontology*, *89*(7), 737–742. https://doi.org/10.1002/JPER.17-0356

Moore, P., Ridgway, T. D., Higbee, R. G., Howard, E. W., & Lucroy, M. D. (2005). Effect of wavelength on low-intensity laser irradiation-stimulated cell proliferation in vitro. *Lasers in Surgery and Medicine*, *36*(1), 8–12. https://doi.org/10.1002/lsm.20117

Obradović, R., Kesić, L., Jovanović, G., Petrović, D., Radičević, G., & Mihailović, D. (2011). Low power laser efficacy in the therapy of inflamed gingive in diabetics with parodontopathy. *Vojnosanitetski Pregled*, *68*(8), 684–689. https://doi.org/10.2298/VSP1108684O

Obradovic, R., Kesic, L., Pejcic, A., Igic, M., Bojovic, M., & Petrovic, M. (2015). Low power laser efficacy in the therapy of periodontitis. *Acta Stomatologica Naissi*, *31*(72), 1504–1513. https://doi.org/10.5937/asn1572504O

Oron, A., Oron, U., Chen, J., Eilam, A., Zhang, C., Sadeh, M., … Chopp, M. (2006). Low-Level Laser Therapy Applied Transcranially to Rats After Induction of Stroke Significantly Reduces Long-Term Neurological Deficits. *Stroke*, *37*(10), 2620–2624. https://doi.org/10.1161/01.STR.0000242775.14642.b8

Ozawa, Y., Shimizu, N., Kariya, G., & Abiko, Y. (1998). Low-Energy Laser Irradiation Stimulates Bone Nodule Formation at Early Stages of Cell Culture in Rat Calvarial Cells. *Bone*, *22*(4), 347–354. https://doi.org/10.1016/S8756-3282(97)00294-9

Ozcelik, O., Cenk Haytac, M., Kunin, A., & Seydaoglu, G. (2008). Improved wound healing by low-level laser irradiation after gingivectomy operations: A controlled clinical pilot study. *Journal of Clinical Periodontology*, *35*(3), 250–254. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2007.01194.x

Passarella, S., & Karu, T. (2014). Absorption of monochromatic and narrow band radiation in the visible and near IR by both mitochondrial and non-mitochondrial photoacceptors results in photobiomodulation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, *140*, 344–358. https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.07.021

Pastore, M. G., S. Passarella, D. (2000). Specific helium-neon laser sensitivity of the purified cytochrome c oxidase. *International Journal of Radiation Biology*, *76*(6), 863–870. https://doi.org/10.1080/09553000050029020

Posten, W., Wrone, D. A., Dover, J. S., Arndt, K. A., Silapunt, S., & Alam, M. (2005). Low-Level Laser Therapy for Wound Healing: Mechanism and Efficacy. *Dermatologic Surgery*, *31*(3), 334–340. https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2005.31086

Qadri, T., Miranda, L., Tunér, J., & Gustafsson, A. (2005). The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *Journal of Clinical Periodontology*, *32*(7), 714–719. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00749.x

Reddy, S. P., Koduganti, R. R., Panthula, V. R., Surya Prasanna, J., Gireddy, H., Dasari, R., … Chandra G, B. (2019). Efficacy of Low-level Laser Therapy, Hyaluronic Acid Gel, and Herbal Gel as Adjunctive Tools in Gingivectomy Wound Healing: A Randomized Comparative Clinical and Histological Study. *Cureus*, *11*(12), e6438. https://doi.org/10.7759/cureus.6438

Safavi, S. M., Kazemi, B., Esmaeili, M., Fallah, A., Modarresi, A., & Mir, M. (2008). Effects of low-level He–Ne laser irradiation on the gene expression of IL-1β, TNF-α, IFN-γ, TGF-β, bFGF, and PDGF in rat's gingiva. *Lasers in Medical Science*, *23*(3), 331–335. https://doi.org/10.1007/s10103-007-0491-5

Sassoli, C., Chellini, F., Squecco, R., Tani, A., Idrizaj, E., Nosi, D., … Zecchi-Orlandini, S. (2016). Low intensity 635 nm diode laser irradiation inhibits fibroblast–myofibroblast transition reducing TRPC1 channel expression/activity: New perspectives for tissue fibrosis treatment. *Lasers in Surgery and Medicine*, *48*(3), 318–332. https://doi.org/10.1002/lsm.22441

Saygun, Isil, Karacay, S., Serdar, M., Ural, A. U., Sencimen, M., & Kurtis, B. (2008). Effects of laser irradiation on the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin like growth factor-1 (IGF-1), and receptor of IGF-1 (IGFBP3) from gingival fibroblasts. *Lasers in Medical Science*, *23*(2), 211–215. https://doi.org/10.1007/s10103-007-0477-3

Saygun, Işıl, Nizam, N., Ural, A. U., Serdar, M. A., Avcu, F., & Tözüm, T. F. (2012). Low-level laser irradiation affects the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin-like growth factor-I (IGF-I), and receptor of IGF-I (IGFBP3) from osteoblasts. *Photomedicine and Laser Surgery*, *30*(3), 149–154. https://doi.org/10.1089/pho.2011.3079

Schindl, A., Schindl, M., Pernerstorfer-Schön, H., & Schindl, L. (2000). Low-intensity laser therapy: A review. *Journal of Investigative Medicine*, *48*(5), 312–326.

Slezovic, M. Ö., Saygun, I., Bengi, V. U., Serdar, M., & Kantarci, A. (2024). Antiproliferative effect of low-level laser/ photobiomodulation on gingival fibroblasts derived from calcium channel blocker-induced gingival overgrowth. *Lasers in Medical Science*, *39*(1), 194. https://doi.org/10.1007/s10103-024-04122-y

Song, S., Zhang, Y., Fong, C.-C., Tsang, C.-H., Yang, Z., & Yang, M. (2003). cDNA Microarray Analysis of Gene Expression Profiles in Human Fibroblast Cells Irradiated with Red Light. *Journal of Investigative Dermatology*, *120*(5), 849–857. https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12133.x

Stein, A., Benayahu, D., Maltz, L., & Oron, U. (2005). Low-Level Laser Irradiation Promotes Proliferation and Differentiation of Human Osteoblasts in Vitro. *Photomedicine and Laser Surgery*, *23*(2), 161–166. https://doi.org/10.1089/pho.2005.23.161

Sun, G., & Tunér, J. (2004). Low-level laser therapy in dentistry. *Dental Clinics*, *48*(4), 1061–1076. https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.004

Świder, K., Dominiak, M., Grzech-Leśniak, K., & Matys, J. (2019). Effect of Different Laser Wavelengths on Periodontopathogens in Peri-Implantitis: A Review of In Vivo Studies. *Microorganisms*, *7*(7), 189. https://doi.org/10.3390/microorganisms7070189

Wu, Y., Wang, J., Gong, D., Gu, H., Hu, S., & Zhang, H. (2012). Effects of low-level laser irradiation on mesenchymal stem cell proliferation: A microarray analysis. *Lasers in Medical Science*, *27*(2), 509–519. https://doi.org/10.1007/s10103-011-0995-x

Yu, H.-S., Wu, C.-S., Kao, Y.-H., Chiou, M.-H., & Yu, C.-L. (2003). Helium–Neon Laser Irradiation Stimulates Migration and Proliferation in Melanocytes and Induces Repigmentation in Segmental-Type Vitiligo. *Journal of Investigative Dermatology*, *120*(1), 56–64. https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12011.x

Zungu, I. L., Hawkins Evans, D., & Abrahamse, H. (2009). Mitochondrial Responses of Normal and Injured Human Skin Fibroblasts Following Low Level Laser Irradiation—An In Vitro Study. *Photochemistry and Photobiology*, *85*(4), 987–996. https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2008.00523.x

ULTRASONOGRAFİNİN DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMINA GENEL BAKIŞ

Sümeyye ÇELİK ÖZSOY [14]
Emre Can KAYA [15]

1. GİRİŞ

İnsan vücudunun görüntülenmesinde kullanılan ultrasonografi (USG), vücuda yüksek frekanstaki ses dalgalarının gönderilmesi ve bunların farklı doku yüzeylerinden yansımalarının saptanması temeline dayanan bir görüntüleme tekniğidir. USG ile görüntülemenin; tekrarlanabilirliği, düşük maliyeti, invaziv olmayan bir yöntem olması, teknik açıdan sürekli geliştirilebilmekle birlikte iyonize radyasyon kullanılmadan uygulanıyor olması tıp radyolojisinde olduğu gibi diş hekimliği radyolojisinde de kullanım alanı bulmasını sağlamıştır (1).

14 Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, sumeyyecelik@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3294-2524

15 Arş. Gör, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, emrecankaya@kmu.edu.tr, ORCID: 0009-0005-8884-6338

USG yöntemiyle maksillofasiyal bölgede birçok düzlemde yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilebilir. Yüksek çözünürlüğü sayesinde USG, diş hekimliğinde; tükürük bezi hastalıkları, servikal lenfadenopati, çeşitli yumuşak doku kitleleri, çiğneme ve boyun kasları gibi klasik kullanım alanlarına ek olarak maksillofasiyal fraktürler, periapikal lezyonlar, temporomandibular eklem (TME) , dil karsinomaları, dental dokuların çürük, çatlak ve fraktürlerinin değerlendirilmesinde de tercih edilebilmektedir. Özellikle intraoral yaklaşım ile oral mukozanın ve çeşitli yumuşak doku lezyonlarının incelenmesi, periodontal dokuların değerlendirilmesi, implant uygulamaları, ortodontide rapid palatal ekspansiyonun değerlendirilmesi ve kemik yaşı tespiti gibi çok çeşitli alanlarda da kullanılabilmektedir (2).

İyonize radyasyon kullanılmaması, yumuşak dokuyu iyi görüntülemesi, kısa aralıklarla çok sayıda görüntü alınabilmesi, maliyetinin düşük olması, belirli bölgelerde kolaylıkla uygulanabilmesi, ultrason rehberliğinde iğne biyopsisi ve apse aspirasyonu yapılabilmesi, diagnostik dozlarda hasta ve hekime zararlı etkisinin olmaması USG'nin en önemli avantajlarıdır (3).

Dezavantajları ise; tekniğin etkinliğinin büyük ölçüde operatörün deneyimine ve kullanılan ekipmanın kalitesine bağlı olması, sağlam kemikte kortikal ve spongioz kemiğin görüntülenemeyip yalnızca kemik yüzeylerinin görüntülenebilmesi, derin yapılara sınırlı erişilebilirlik ve ses dalgalarının kondil başının lateral kısmı ile temporal kemiğin zigomatik çıkıntısı tarafından emilmesi nedeniyle TME'yi görüntülemenin zor olması, hava içeren yapılar ve kemiğin görüntülenememesi, arşivlenen USG görüntülerinin yönlendirilmesinin ve yorumlanmasının konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve manyetik rezonans (MR) görüntülemeye göre daha zor olması ve

transdüsere geri dönen sinyale eşlik eden gürültünün görüntü yorumlanmasını zorlaştırmasıdır (4).

2. DİŞ HEKİMLİĞİNDE ULTRASON KULLANIMI TARİHÇESİ

Yüksek frekanslı ses dalgalarının keşfi 1800'lerin sonlarında Jacques ve Pierre Curie ile başlamıştır. 1926 yılında Paul Langevin, ultrasonun (US) biyolojik etkilerini ilk kez rapor etmiştir. Başlangıçta daha çok tanısal amaçlarla kullanılan US, 1940'ların sonlarında teröpatik olarak da osteoradyonekroz, kronik osteomiyelit ve diğer birçok enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde de kullanılmıştır. 1950'lerde iyileşen kemikte kallus gelişimini teşvik ettiği görülen US, temporomandibular eklem bozukluklarını tedavi etmek için de kullanılmıştır. Zamanla dokular üzerindeki fizyolojik ve biyolojik etkileri öğrenilen US'un 1980'lerde kemik onarımındaki rolü daha fazla dikkat çekmeye başlamış olup 1990'larda ise maksillofasiyal kemikler üzerindeki potansiyel terapötik etkileri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yıllar içinde ise US'un başarılı implantasyon olasılığını artırmada, prekanseröz lezyonlar ve hastalıkları, maksillofasiyal şişlikleri, lenf nodu metastazlarını ve diğer sorunları teşhis etmede rol oynadığı keşfedilmiştir (5).

3. ULTRASON FİZİĞİ VE TERMİNOLOJİSİ

US, doku içinde değişen basınçta salınan bir dalga olarak yayılan mekanik enerjidir. Dokudaki yapılar, uygulanan basınca yanıt olarak hareket ederler ve US'un doku ile etkileşime girdiği mekanizma oluşur (6).

İnsan kulağı 20-18.000 Hz arasında frekansa sahip ses dalgalarını duyabilirken frekansları 20 Hz altındaki olan ses dalgaları "infrason", 18.000 Hz üzerindeki ses dalgaları "ultrason" olarak tanımlanmıştır. USG 85 KHz ile 3 MHz

arasındaki frekanslara sahip ses dalgaları tarafından üretilen mekanik enerjinin düşük yoğunlukta uygulanması esasına dayanır (7). Klinik amaçlar için kullanılan tipik USG frekansları ise 2 MHz ile 10 MHz aralığındadır (8).

USG'nin çalışma prensibinin temelinde piezoelektrik enerjisi vardır. Piezoelektrik, yapay/doğal kuvartz, kristal ya da seramik gibi bazı katı maddelerin elektriksel olarak uyarılabileceği ve böylece akım uygulanan bölgenin zıt tarafında mekanik bir stres oluşacağı esasına dayanır. Piezoelektrik enerjisi materyalde meydana gelen tekrarlı osilasyonlar; hava, su ve insan dokularından geçebilen ultrasonik dalgaların oluşmasına sebep olurlar ve bu olayın meydana geldiği yapıya "transdüser'' denir. Ultrasonik dalganın üretimi sırasında transdüserleri taşıyan probların içinde yer alan piezoelektrik enerjisi transdüserin daralıp genişlemesine neden olur ve bu hareket sonucunda biyolojik dokulara iletilecek düzeyde bir ses dalgası meydana gelir. Başka bir ifadeyle prob, ultrason enerjisini vücut organlarına göndermek daha sonra ultrason ünitesi aracılığıyla işlenebilen yansıyan sinyal yankılarını bir monitörde görüntülere dönüştürme işlevini yerine getirir (7).

4. ULTRASON İNCELEME YÖNTEMLERİ

4.1. Real Time Görüntüleme

Real time görüntüleme ile ekranda hasta görüntüsünün sürekliliği sağlanır. Görüntüde süreklilik ile solunuma bağlı organ hareketi ve vasküler pulsasyon görüntülenebilir (9).

Vücuda saniyede 500-3000 arasında kısa US pulsları gönderilir ve dokulardan gelen yansımalar kaydedilir. Bu ekoların görüntülenmesi A-mod, B-mod ve T-M mod olmak üzere 3 yöntemle yapılabilir (10).

A-Mod; Amplitüd (genlik) mod olarak da tanımlanan bu modda, incelenen yapıdaki farklı doku yüzeylerinden yansıyan ses dalgaları, amplitüdler şeklinde bir grafiğe dönüştürülür. Grafikte amplitüdler arasındaki mesafe incelenen dokunun derinliğini gösterirken amplitüdün yüksekliği ise incelenen dokunun yoğunluğunu gösterir (10).

B-Mod; Brightness (parlaklık) mod olarak da tanımlanan bu modda bir doku diliminin görüntüsü elde edilir. Dokulardan yansıyan ekoların şiddetine göre, incelenen dokunun iki boyutlu bir görüntüsü oluşturulur ve dokulardan yansıyan ekolar, parlaklık derecelerine göre gri skalada bir aralığı ifade eder. Monitörde grinin farklı tonları şeklinde görülebilir (10).

T-M modda ise hareket eden yapılardan gelen ekolar, ses dalgalarının merkez aksı doğrultusunda hareket eder. Herhangi bir anda noktalara dönüştürülür ve öne arkaya hareket eder. M mod anlamlı olarak kaydedilmeyen bir ara mod olup kalıcı bir kayıt yapabilmek için hareketin bir süre kaydedilmesi gerekir. Yapılan kaydetme işlemi bir time-motion (zaman-hareket) işlem olduğundan dolayı T-M mod olarak isimlendirilir (10).

4.2. Doppler Görüntüleme

Doppler USG, kan hızı ve akışını ölçmek için kullanılır. Ayrıca, arter hastalıklarının kapsamını ve etkisini belirlemek için araştırma ve klinik alan incelemelerinde de kullanılmaktadır. Doppler görüntülemede, sabit nesne genellikle prob olurken geri dönen sinyal yankılarını üreten hareketli yansıtıcılar esasen kırmızı kan hücreleridir (11).

Doppler kayma frekansı veya Doppler kayması, iletilen ve alınan US dalgalarının frekansları arasındaki fark olarak bilinmektedir. Doppler kayması, kan transdüsere yaklaştığında artar, uzaklaştığında ise azalır. Doppler ultrasonun

uygulanabileceği üç temel seviye vardır ve her seviye önceki seviyeye veri ekler. İlk seviye, geleneksel ölçek modu veya B-modu gri tonlamalı taramadır ve bu seviyede Doppler etkisi kullanılmaz. İkinci seviye, bir ilgi bölgesi (ROI) içeren renkli Doppler incelemesini ayarlarken arter ve/veya ven içindeki kan akışını gösteren bir görüntü üretirken üçüncü seviye ise bir vasküler yapı boyunca küçük bir inceleme alanını ayarlamaktadır (11).

Renk kodlamasını içeren ultrasonografik yöntemlerde, kan akımı olan yapılar ölçülen anlık frekans değerini gösteren piksellerin atanması ile gösterilmektedir. Kırmızı, pozitif Doppler frekanslarına atanıp ve proba doğru akan akımı belirtirken mavi ise negatif frekanslara atanır ve ters kan akışını temsil eder. Kan akışı olmayan organlar gri tonlamalı olarak gösterilir. Yüksek genliğe sahip yankılar parlak noktalar şeklinde görülürken koyu arka plan ise US genliğinin azalan bir değerini temsil eder. Akışın olmaması siyah olarak işaretlenir ve inceleme alanında renk olmaması, kaydedilen akış olmadığını göstermektedir (12).

5. DOKULARIN EKOJENİTESİ

Ekojenite**,** bir dokunun çevre dokulara US dalgalarını yansıtma veya iletme yeteneğidir. Farklı ekojeniteye sahip doku ara yüzü varlığında ekranda kontrast açısından görünür bir farklılık olacaktır. Dokular ekojenitelerine göre hiperekoik (beyaz), hipoekoik (gri) ve anekoik (siyah) şeklinde gruplandırılır (13).

Kemik, USG'de siyah veya anekoik görünür. Parlak hiperekoik bir kenarı varken USG kemiğe nüfuz edemediği için kemiğin ötesinde akustik bir gölge oluşturmaktadır. Kıkırdağın USG görüntüsü hipoekoik olup kemiğe göre daha fazla penetre edilebilir. Kan damarları ise siyah veya anekoik görünmektedir.

Damarlar genellikle transüder tarafından uygulanan dış basınçla kolayca çökebilirken, arterler pulsatil ve orta derecede basınçla çökmez. Kan damarları renkli Doppler modunda belirgin bir görünüme sahiptir. Proba doğru akış kırmızı görünürken, probdan uzağa akış mavi görünür. Kaslar çizgili yapıda hipoekoiktir, yağ dokuları ise neredeyse anekoiktir. Fasya, diğer bağ dokusu lifleri ve fasikülleri ise hiperekoik çizgiler olarak görünmektedirler. Lenf nodları anekoik veya hipoekoik görünürler. Nöral yapıların görünümü nöroaksiyuma yakınlığına bağlı olarak değişkendir. Proksimal sinirler hipoanekoik görünürken distal sinirler hiperekoik görünmektedirler (13).

6. DOKULARIN ELASTİSİTESİ

Doku sertliği tahmini tıpta çok eski bir tanı aracıdır. Doku sertliğinin tahmininde klinik muayenelerde yapılan palpasyon, klinisyenin tecrübesine ve el hassasiyetine göre değişebilirken, elastografi ise aynı fiziksel prensibi nicel değerlerle ortaya koymaktadır (14). Elastografinin ana prensibi, doku sıkışmasının doku içinde gerilim oluşturması ve bu gerilimin sert dokularda yumuşak dokulara göre daha düşük olmasıdır. Farklı doku türlerinde (yağ, kollajen, vb.) ve aynı dokuda inflamatuar ve malignite gibi farklı patolojik durumlarda farklılık gösterir ve doku sertliği hastalıkla birlikte artma eğilimindedir (15). Elastisite görüntülemesi, dokuda mekanik stimülasyona cevap olarak oluşan yer değiştirmeyi ölçerek doku sertliğini göstermekte ve ölçülebilir değerler ortaya koymaktadır (14). Doku yer değiştirme tepkisi, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılıyken doku sertliği ile ters orantılıdır (16).

USG elastografisi genel olarak deforme edici kuvvete maruz kalan dokulardaki yer değiştirmenin tipine göre iki gruba ayrılmaktadır (14). Strain elastografi, USG ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilen nispeten yeni bir sonografik görüntüleme

tekniğidir. Özel yazılıma sahip geleneksel bir USG cihazı ve geleneksel bir USG probu kullanılarak manuel hafif kompresyon ve dekompresyon altında dokuların veya organların elastikiyetine veya sertliğine dayanan yeni ve dinamik bir görüntüleme tekniğidir (17). Strain elastografi, Tsukuba kriterleri kullanılarak sertlik haritasının görsel olarak incelenmesine dayanır. Lezyonun içindeki ve etrafındaki sert doku değerlendirilir ve skorlandırılır. Çevre dokudan daha sert olmayan bir lezyon için 1, artan oranlarda daha sert olan lezyonlar için 2 ve 3, baştan sona daha sert olan bir lezyon için 4 puanlama skoru verilirken, 5 puanlama skoru ise sertliğin B-modunda görülen kitlenin kenarlarının ötesine uzandığını göstermektedir (18).

Shear-wawe elastografi (kayma dalgası USG elastografisi); kaslar, tendonlar, tükürük bezleri ve pankreas gibi çeşitli yumuşak dokuların esnekliğinin niceliksel bir tahmininin elde edildiği doku esnekliğini ölçmek için invazif olmayan bir yöntemdir. Doku boyunca bir elastik modül elde etmek için akustik radyasyon kuvveti impulsları uygulanır ve bu şekilde doku elastikiyeti ölçülmek istenen organın her noktasındaki doku elastikiyeti kilopaskal cinsinden ölçülür. Bu tekniğin yaygın klinik kullanımını kolaylaştırmak için, normal yumuşak dokuların elastikiyet değerleri belirlenebilmekte ve böylece çeşitli hastalık süreçlerinin, etkilenen dokunun elastikiyeti üzerindeki etkisi, başlangıçtaki sağlıklı dokuyla ilişkili olarak araştırılabilmektedir (19). Shear-wawe elastografi, niteliksel olarak mavi en yumuşak ve kırmızı en sert olmak üzere ölçeklendirilmiş bir doku sertliği haritası oluşturur (20). Bu görüntüleme yönteminin avantajları arasında operatörden bağımsız olması, yeniden üretilebilir olması ve niceliksel olması sayılabilmektedir (19).

7. ULTRASONOGRAFİNİN DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMI

7.1. Periodontal Dokularda Kullanımı

USG'nin periodontal dokularda kullanımı, altın standart olan fiziksel sondalamaya eşdeğer bir tanı kapasitesine sahip olduğu için daha ayrıntılı anatomik bilgi sunarken ağrısız bir işlem sağladığı görülmüştür (21). Özellikle ağız içi uygulamalar için tasarlanmış olan yüksek çözünürlüklü USG, günlük diş hekimliği pratiğinde konvansiyonel diş röntgenlerinin erişemediği ek morfolojik bilgileri sağlar ve patolojilerin teşhisinde geniş çapta kullanılabilir (22). Yüksek frekanslı transdüserlerdeki form faktörü gelişiminin, USG'nin periodontal dokularda kullanımını daha ileri aşamalara taşıyacağı öngörülmektedir (21).

US dalgaları, 6–12 MHz arasında çalışan 40 mm'lik lineer bir prob ile 1,1 mm'den daha kalın kortikal kemiği geçemese bile, periodontal durumu teşhis etmek için gerekli anatomik unsurları görselleştirmede periodontal USG güvenilir bir tekniktir. Ayrıca USG taramaları üç boyutlu görüntüleme kurulumu ile yapıldığında, USG'nin kortikal kemik kalınlığını ölçmede KIBT görüntülemeyi tamamlamak için yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. USG gerçek zamanlı bir görüntüleme yöntemi olduğundan, periodontologların ve cerrahların minimal invaziv cerrahi sırasında oral yapıları görselleştirmesine ve zor vakalar için lokal anesteziyi yönlendirmesine yardımcı olabilir (23).

Periodontoloji alanında USG kullanımı, 2010 yılından bu yana artan düzeyde bir ilgi görmüştür. Çalışmalarda örneklem seçimi çoğunlukla sağlıklı hastalardan yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalar için hasta seçimleri, periodontal cerrahi gerektiren

hastaları içermeli ve periodontal dokuların direkt USG ölçümünden faydalanılmalıdır (22).

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Tsiolis ve ark., transgingival sondalamadan daha az invaziv olan USG'nin alveolar kemik kret seviyesinin daha doğru ve tekrarlanabilir tahminlerini sağlayabileceğini ifade etmişlerdir (24).

Majzoub ve ark., oral ve maksillofasiyal bölgede yumuşak doku kalınlığı ve yüksekliğinin, diş eti ve alveolar kemik kalınlığının USG ile ölçümünün güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (25).

Nguyen ve ark. yaptıkları çalışmada dento-periodontal dokuların yüksek çözünürlüklü USG ile incelendiğinde sert ve yumuşak dokuların enine kesit morfolojik görüntülerini açıkça gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı çalışmada alveolar kret seviyesi, sement–mine birleşimi yeri ve alveolar kret kalınlığı görüntülerinin KIBT ile kıyaslandığında %10'dan daha az bir farkla uyumlu olduğu görülmüştür (26).

Periodontal ligament (PDL) hücreleri, periodontal ligament bağ dokusunun ana hücresel bileşenleri arasında yer alır ve ayrıca matriks üretiminde rol oynarlar (27). PDL hücreleri osteoblast benzeri hücrelere farklılaşabilirler ve alveolar kemik rejenerasyonunda rol oynayabilirler (28). Harle ve ark., PDL hücrelerinin ultrasonun terapötik amaçla kullanımının osteonektin, osteopontin ve sialoprotein gibi farklı kemik morfogenetik proteinlerin yukarı regülasyonuna yol açtığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu proteinlerin yukarı regülasyonunun US gücü ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir (29).

7.2. Temporomandibular Eklemin Değerlendirilmesi

Temporomandibular eklem, kraniofasiyal bölgede hareket edebilen tek eklem olması, her iki taraftaki eklemlerin aynı anda çalışması ve sternoklavikular eklem dışında insan vücudundaki tek sinoviyal eklem olması özellikleri ile benzersiz bir eklemdir (30).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), TME'nin görselleştirilmesi için görüntüleme tekniklerinde altın standarttır. MRG, eklem boşluğundaki inflamatuar değişikliklerin ve eklem diskindeki pozisyonel anormalliklerin tespit edilmesini sağlar. Ancak kalp pili olan ve/veya klostrofobisi olan hastalarda uygulanamaması, maliyeti ve MRG ile alınan görüntülemenin süresinin uzunluğu gibi dezavantajları nedeniyle iyi tanısal doğruluk ve güvenilirliğe sahip, ucuz, hızlı ve invaziv olmayan alternatif görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (31).

TME'nin MRG ile görüntülenmesine alternatif olan USG, TME disk yer değiştirmesini teşhis etmek için yeni bir yöntem olarak kullanılmaktadır. İnvaziv olmaması, kolayca ulaşılabilir olması, nispeten ucuz ve gerçek zamanlı inceleme sağlamasından dolayı hem tanı amacıyla hem de eklem defektlerinin tedavisinde terapötik sonuçların karşılaştırılması amacıyla kullanılmaktadır (30). TME bölgesinde USG ile görüntülemenin dezavantajları; TME bölgesinin sınırlı erişime sahip küçük bir muayene alanı olması, derin yapıların sınırlı erişilebilirliği ve ultrasonun kemik dokulardan yansıması sırasında elde edilen görüntülerin değerlendirmeye elverişli olmamasıdır (31).

Ultrasonografik muayenelerin bir tarama testi olarak kullanılması, mümkün olan en yüksek duyarlılığın elde edilmesini gerektirir. Yapılan çalışmalarda USG'nin erken tanı için kullanımı hakkında önemli derece farklı görüşler mevcuttur (32). Jank ve ark. dejeneratif değişikliklerin, eklem efüzyonunun

ve disk yer değiştirmesinin tespiti için 100 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada duyarlılık, özgüllük ve doğruluğu dejeneratif değişiklikler için sırasıyla %94, %100 ve %94; eklem efüzyonu için %81, %100 ve %95 olarak bulmuşlardır. Disk yer değiştirmesi için ise USG ve MRG'nin karşılaştırılmasında iki görüntüleme yönteminde de %92 düzeyinde duyarlılık, özgüllük ve doğruluk bulmuşlardır. Ayrıca USG'nin, TME diski için bir tanı yöntemi olarak kullanılabileceğini ancak MRG ile görüntülemenin yerini alamadığını ifade etmişlerdir (33).

Dupuy-Bonafé ve ark. disk yer değiştirmesi tanısında düşük duyarlılık ancak yüksek özgüllük elde etmişlerdir ve TME disk tanısında USG kullanımını önermediklerini belirtmişlerdir (34). Kaya ve ark. yüksek duyarlılık ve doğruluk, ancak düşük özgüllük elde etmişlerdir ve USG'nin disk yer değiştirmesi tanısı için kullanışlı olduğunu ancak sağlıklı bir TME'de bozuklukları dışlamada çok etkili olmadığını ifade etmişlerdir (35). Uysal ve ark., USG'nin normal disk-kondil ilişkisi, redüksiyonlu / redüksiyonsuz disk yer değiştirmesi vakalarını doğru bir şekilde tanımlayarak MRG ile mükemmel bir uyum gösterdiğini ifade etmişlerdir (36).

Manfredini ve ark. ile Tognini ve ark. yaptıkları çalışmalarda ise yüksek sayıda yanlış negatif sonuçlar ve bazı yanlış pozitif sonuçlar tanımlamıştır. Hassasiyet ve özgüllük oranlarını sırasıyla %57-66 ve %74-80 olarak raporlamışlardır ve diğer çalışmalarla uyumlu olarak, USG'nin TME disk yer değiştirmesinin tespitinde duyarlılığa nispeten özgül olduğunu belirtmişlerdir (37,38).

7.3. Servikal Lenf Nodlarının İncelenmesi

Servikal USG, lenf nodu metastazlarını belirlemede tercih edilen yöntem olup 4 mm'ye kadar olan küçük lezyonları tespit

edebilmektedir ve sadece elle muayene ile karşılaştırıldığında 1 cm'den küçük rekürrensi tespit etme olasılığını artırabilmektedir (39).

Servikal lenf nodlarının USG ile muayenesi, tiroid nodülü olan veya yeni tanı konulan tiroid kanseri hastalarının lenf nodu durumunu değerlendirmede ve tedavi edilen tiroid kanseri hastalarının nüks eden hastalığını tespit etmede önemli bir rol oynar. USG ile lenf nodlarının yeri belirlenirken, nodun patolojik olup olmadığına karar verilir. Cerrahi öncesi yetersiz lenf nodu değerlendirmesi kanserin nüks etmesini tetikleyebilmektedir (40).

USG ile servikal lenf nodları incelemesinde kullanılan B-Mode, lenf nodlarının şeklini ve iç yapısını görüntülerken, lenf nodları genellikle düşük ekojenik oval veya yuvarlak yapılar olarak izlenirler. Vasküleriteyi incelemek için ise Doppler USG yapılır (41). Renkli doppler USG ise lenf düğümlerindeki kan akışının direncini, yönünü ve hızını değerlendirerek benign ve malign servikal lenfadenopatiler arasında ayrım yapılmasına yardımcı olur (42). S.Dangore-Khasbage ve ark. renkli doppler USG'nin ağız kanseri hastalarında servikal lenf nodlarının değerlendirilmesinde duyarlılığı %92, özgüllüğü ise %84 ile oldukça anlamlı bulmuşlardır (43). Metastatik lenf nodları genellikle belirsiz sınırlara sahipken, benign lenf nodları düzenli ve iyi tanımlanmış sınırlara sahiptirler (39). Lenf nodlarında düzensiz sınırlar genellikle invaziv bir yapıyı gösterirken kapsül dışı veya nod dışı yayılım kötü prognozu gösterir (44). Toriyabe ve ark. düzensiz sınırlara sahip servikal lenf nodlarının %84,6'sının metastatik olduğunu ifade ederlerken reaktif lenf nodlarının %7'sinin düzensiz sınırlara sahip olduğunu belirtmişlerdir (45).

Ekojenik hilumun varlığı ise benign karakteri güçlü bir şekilde işaret ederken, yokluğu her zaman maligniteyi kanıtlamaz (39). Yuasa ve ark. metastatik lenf nodlarının %90'ında ekojenik hilumun olmadığını bulurken, Machado ve ark. hilum kaybının lenf nodu tutulum riskini 24 kat artırdığını ifade etmişlerdir (39,46).

7.4. Dil Lezyonlarının incelenmesi

Ağız kanserleri, ağız ve maksillofasiyal bölgenin en sık görülen kötü huylu tümörlerindendir. Dil kanserleri ise, en sık karşılaşılan ağız içi kanserlerden olup, tüm ağız kanserlerinin %20-50'sini oluşturmaktadır. Dil kanserleri, erkeklerde kadınlardan daha sık görülmekte ve görülme sıklığı 6.-7. dekatlarda artmaktadır. 40 yaş altı bireylerde ise görülme sıklığı %4'ün altına düşmektedir (47).

Genel olarak, dil kanserlerinin yaygınlığını belirlemek için bilgisayarlı tomografi (BT), MRG ve intraoral USG kullanılmaktadır. Modern BT sistemlerinde görüntüler metal diş protezleri ve restorasyonlardan kaynaklanan metalik artefaktlar nedeniyle kolayca bozulabilirken, MRG muayenesinde büyük piksel boyutu ve dilim kalınlığından kaynaklanan hacim ortalamalı etkiden dolayı tümör sınırı net olarak tanımlanamamaktadır. Buna karşılık intraoral USG, ultrason probunun tümör yüzeyiyle doğrudan temasıyla tüm tümörü net bir şekilde görselleştirebilmektedir (48).

Dil lezyonlarında intraoral USG kullanımı ile lezyonların boyutu, sınırı, yeri, derinliği, kapsül varlığı veya yokluğu ve kitle içindeki vaskülarite görüntülenebilmektedir. Histolojik bulguları iyi bir şekilde yansıtmasının yanında dil lezyonlarında iç yapıyı, kan akışını ve komşu dokularla olan ilişkileri de netleştirmektedir (49). Ayrıca USG dil kanserlerinde genellikle tümör boyutunu

veya kalınlığını doğru bir şekilde tahmin etmek, tümör uzantısı ve derin infiltrasyonla birlikte uygun rezeksiyon sınırlarını belirlemek için de kullanılmaktadır (50). Shintani ve ark. USG'nin 1 mm içinde tümör kalınlığını ölçme yeteneği açısından BT ve MRG'ye göre üstün olduğunu belirtmişlerdir (51). Yuen ve ark. yaptıkları bir çalışmada ise USG'nin ameliyat öncesi tümör kalınlığı ölçümlerinde doğru bir değerlendirme yöntemi olduğunu belirtmişlerdir (52).

Pek çok malign lezyon, yalnızca lezyonların kendisinde değil aynı zamanda çevresindeki dokularda da daha belirgin sertlik meydana getirir. Elastografi ile doku sertliğinin değerlendirilmesi ve geleneksel intraoral USG ile birleştirilmesinin, dil karsinomunun yaygınlığının invaziv olmayan bir şekilde belirlenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir (48).

7.5. Tükürük Bezlerinin İncelenmesi

Tükürük bezi tümörleri oral ve maksillofasiyal bölgelere özgü olup tüm baş ve boyun malignitelerinin yaklaşık %3-5'ini oluşturmaktadır. Tükürük bezi tümörleri nadir görülmekte olup yıllık insidansı dünyanın farklı bölgelerinde 100.000'de 0.5-2 arasında değişmektedir (53).

Tükürük bezi tümörlerinin yaklaşık %70'i parotis bezinde ortaya çıkmakta olup yarısından azı malign karakterlidir. Submandibular bezdeki tümörler ise tükürük bezi tümörlerinin %10'unu oluşturmakta ve yaklaşık %50'si malignite göstermektedir. Sublingual bezlerin primer tümörleri tüm vakaların sadece %1'ini oluşturmakta ve geri kalan %20'ye yakını ise minör tükürük bezlerinden kaynaklanmaktadırlar ve genellikle malign karakter göstermektedirler (54). En sık görülen tükürük bezi tümörü ise pleomorfik adenomdur (55).

Yüksek çözünürlüklü USG, birçok durumda tükürük bezlerinin değerlendirilmesinde ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Tükürük bezlerinin değerlendirilmesinde yüksek frekanslı (7-15 MHz) problar kullanılmakta olup yüksek mekansal ve zamansal çözünürlüğe sahip olmasıyla benign lezyonlar, malign lezyonlar ve özellikle yüzeysel lezyonların sınırlarını belirlemede yüksek doğruluğa sahiptir (55). USG'de asinus hücrelerinden oluşan parankim homojen veya hafif hiperekoik görünürken, bağ dokuları (kanallar, damarlar, septa) daha belirgin hiperekoik yapılar olarak görünmektedirler (56).

Pleomorfik adenom USG'de yuvarlak veya loblu, hipoekoik, iyi tanımlanmış ve geçirgenlik gösteren bir görünüme sahiptir. Warthin tümörlerinin görünümü ise pleomorfik adenoma benzemekle birlikte daha çok sayıda ve lezyon içi kistik alanlar veya septasyonlar göstermektedirler (57). Tükürük bezi tümörlerinin yeri, boyutu, yayılımı, lokal invazyon yapıp yapmadığı ve tümör sayısı USG ile tatmin edici bir düzeyde görüntülenebilmektedir. BT ve MRG ise derin boyun boşluklarının olası tutulumu olduğunda ve yalnızca USG ile tümör sınırlarını tam olarak değerlendirebilmenin zor olduğu büyük boyuttaki tümörler için kullanılmaktadırlar (57).

Tükürük bezlerinin USG ve diğer görüntüleme yöntemleriyle görüntülenmesini karşılaştırmada literatüre bakıldığında, Schwarz ve ark. KIBT'nin sialolitiazis için üstün tanı değerine sahip olduğunu ifade ederken; Çağlayan ve ark. USG'nin submandibular bezlerdeki kalsifikasyonları tespit etmede KIBT'ye göre daha üstün olduğunu ifade etmişlerdir (58,59). Capaccio ve ark. ve Jäger ve ark. yaptıkları çalışmalarda ise MRG-Sialografinin inflamatuar tıkanıklık ve tükürük kanalı bozukluklarını tespit etmede USG'den daha üstün bir görüntüleme yöntemi olduğunu bulmuşlardır (60,61).

Primer Sjögren Sendromu, eksojen bezlere karşı öncelikli olarak yöneltilmiş hücresel ve humoral otoimmün yanıtlarla karakterize en yaygın ikinci kronik sistemik otoimmün hastalıktır (62). Sjögren Sendromu tükürük bezlerinin büyümesi ve heterojen hale gelmesi ile karekterizedir. Bu değişiklikler parotis bezinde submandibular bezden daha belirgindir (63). Primer Sjögren Sendromu hastalarında USG yapılan çalışmalar incelendiğinde Salaffi ve ark. kontrast sialografi ve sintigrafi ile; Obinata ve ark. ise sialografi ve histopatoloji ile USG'yi karşılaştırılmışlardır ve USG'nin yararlı bir tanı aracı olduğunu ifade etmişlerdir (64,65).

7.6. Periapikal Lezyonların İncelenmesi

Periapikal lezyonlar, travma veya diş çürüklerinden kaynaklanan pulpal enfeksiyon veya nekroz sonucu oluşan ve alveolar kemik içinde radyografik olarak radyolusent görüntülenen patolojilerdir. Bazı lezyonlar asemptomatiktirler ve sadece rutin radyografik kontrollerde tespit edilmektedirler (66).

USG, periapikal lezyonların görüntülenmesinde geleneksel radyografiye yardımcı olabilecek, lezyonun boyutu hakkında özel bilgi sağlayan, radyasyon açısından risk taşımayan, dijital formda kolayca okunabilen, saklanabilen ve çoğaltılabilen bir görüntüleme tekniğidir (67). Kortikal kemikte incelme veya fenestrasyon oluşumu, periapikal veya panoramik radyografilerde periapikal lezyonların görüntülenebilmesi için kemikte yaklaşık %30–50 mineral kaybı olması gerekmesi ve panoramik radyografide artefakt veya diğer nedenlerden dolayı tespit edilen yanlış pozitif lezyonlar, USG ile doğru bir şekilde elimine edilebilmektedir (68).

USG ile periapikal lezyonların boyutunu ölçmede ise bazı dezavantajlar bulunmaktadır. Raghav ve ark. periapikal lezyonlu

hastalarda konvansiyonel ve dijital radyograflarla ölçülen lezyon boyutlarının USG ile karşılaştırıldığında daha küçük saptandığını belirtmişlerdir. Bunun nedeninin lezyonların lateral kemik duvarlarının akustik gölgelenmeye sebep olması ve USG tekniği ile ölçüm noktalarının tam olarak belirlenememesi olabileceğini ifade etmişlerdir (69).

Renkli doppler USG ile lezyon görüntüleri incelendiğinde kistik bir lezyon, güçlendirilmiş kemik duvarları ile çevrili, içsel vaskülarizasyon belirtisi olmayan, sıvı dolu, hipoekoik ve iyi tanımlı bir boşluk şeklinde görülürken granülomun ise zengin vasküler beslenme gösteren, belirsiz sınırlı bir lezyon olup hiperekoik/ekoik veya hem hiperekoik hem de hipoekoik bölgeleri olan bir görünüme sahip olduğu görülmüştür (70).

7.7. Ortodontide Kullanım Alanları

Çiğneme kaslarının işlevsel kapasitesinin büyüyen bireylerde ortopedik veya fonksiyonel aparey tedavisine yanıtı üzerinde etkisi olabilmektedir (71). Lione ve ark. yaptıkları çalışmada yüz morfolojisi ile masseter kası kalınlığı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ve daha ince masseter kasına sahip bireylerin daha uzun yüze sahip olabileceğini ifade etmişlerdir (72). Lee ve ark. ortognatik cerrahi sonrası masseter kası değişikliklerini değerlendirmek için BT'nin kullanımını araştırdıkları çalışmada kas yapılarının en iyi morfolojik görüntüleri veren yöntem olduğunu fakat etik nedenlerden dolayı büyüyen bir popülasyonda kullanılmaması gerektiğini ifade etmişlerdir (73). MRG'nin yumuşak dokuların görüntülenmesinde etkili olmasına rağmen çiğneme aktivitesini incelemekle sınırlı bulunmuş, USG ise ortodontik tedavi sırasında masseter kas kalınlığını değerlendirmek için invaziv olmayan bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (71).

USG kullanımının diş hareketi üzerine etkilerine bakıldığında ise Cesur ve ark. düşük yoğunluklu US tedavisinin ortodontik diş hareketini hızlandırmak ve ortodontik tedavi süresini kısaltmak için umut vaat eden, güvenli ve invazif olmayan bir teknik olduğunu, düşük yoğunluklu US kullanımının osteoklast sayısını ve aktivitesini artırarak ortodontik diş hareketini hızlandırdığını ortaya koymuşlardır (74).

USG, rapidpalatal ekpansiyon sürecinde kallus oluşumunu ve olgunlaşmasını güvenli ve invaziv olmayan bir şekilde görüntülemekte ve yeni kemik oluşumunu değerlendirmek için etkili bir şekilde kullanılmaktadır (75). Bruno ve ark. histolojiyle uyumlu olarak USG'nin osteotomi aralığını ölçmede panoramik radyografi kadar başarılı olduğunu ve kallus olgunluğunu değerlendirmede panoramik radyografiden çok daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir (76).

7.8. İntraosseoz Lezyonlarda Kullanımı

USG, kemik arkasındaki yapıları görüntüleyememektedir. İntraosseoz lezyonlar ise bukkal kortikal tabakanın incelmesine veya perforasyonuna neden olduğu için USG ile görüntülenebilmektedir (77).

İntraosseoz lezyonların iyileşmesini değerlendirmek için USG kullanımıyla etkilenen alandaki doku mimarisi, vasküleritesi ve mineralizasyonu hakkında bilgi edinerek tedavi sonrası meydana gelen biyolojik değişikliklerden klinisyenin farkında olması amaçlanmaktadır (78). Ayrıca çene kemiklerinin intraosseöz lezyonlarının USG ile görüntülenmesi katı ve kistik lezyonlar arasında ayırıcı tanıyı kolaylaştırmakta, biyopsi için mükemmel bir rehberlik sağlamaktadır (79).

USG ile lezyonun içeriğinin belirlenmesine ek olarak lezyonun boyutu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Ekstraoral

olarak yapılan incelemelerde probun transversal pozisyonda yönlendirilmesiyle lezyonun bukko-lingual ve mesio-distal yönde boyutu hakkında bilgi elde edilebilirken, probun longitudinal düzlem üzerinde yönlendirilmesiyle lezyonun superio-inferior yöndeki boyutu hakkında bilgi edinilebilir (77).

USG'nin intraosseoz lezyonları görüntülemede diğer görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırıldığı çalışmalara bakıldığında; Shahidi ve ark. lezyonların boyutunu ve içeriğini değerlendirmede USG'nin BT ve/veya KIBT ile karşılaştırılabilir doğruluk sağladığını tespit etmiştir. Ayrıca USG'nin lezyonların içeriğini ayrıntılı bir şekilde değerlendirebilmesi ve farklı türdeki kistler ve tümörlerin ayırt edilmesine yardımcı olabildiği belirtilmiştir. Ancak USG'nin tek başına kesin bir tanı koymak için yeterli olmadığı ve invaziv prosedürlere (aspirasyon, biyopsi) ihtiyaç duyulabileceği ifade edilmiştir (80).

8. SONUÇ

Diş hekimliğinde USG, tanı ve tedavi süreçlerine yenilikçi bir boyut kazandıran, etkili bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Yumuşak dokuların detaylı incelenebilmesi, TME fonksiyonlarının gerçek zamanlı olarak değerlendirilebilmesi ve tükürük bezi hastalıklarının hızlı teşhisi gibi alanlarda sunduğu avantajların yanı sıra radyasyon içermemesi sayesinde özellikle çocuklar ve radyasyona duyarlılığı olan hastalar için güvenli bir alternatif sunması, USG'nin değerini daha da artırmaktadır. Bununla birlikte, US'nun diş hekimliğinde daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için cihazların geliştirilmesi, uygulama protokollerinin standartlaştırılması ve klinisyenlerin bu konuda eğitim alması önemlidir. Tüm bu unsurlar dikkate alındığında, USG'nin gelecekte sadece bir görüntüleme yöntemi değil, aynı zamanda diş hekimliğinde karar alma süreçlerini şekillendiren temel bir araç haline geleceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

1.Etöz, M., Avcı, F., Canger, E. M., & Taşdemir, Z. (2020). Periapikal lezyonların yüksek çözünürlüklü ultrasonografi ile görüntülenmesinde etkili faktörlerin belirlenmesi. Selcuk Dental Journal, 7(2), 213-219.

2.Sümbüllü, M. A., & Çağlayan, F. (2020). Ultrason Görüntülemede Güncel Gelişmeler. Maksillofasiyal Görüntülemede Güncel Teknikler (1. Baskı, ss. 6–10). Türkiye Klinikleri.

3.Yalçin, E. D., & AM, A. (2016). Ağız tabanı ve orofarenkste ultrasonografik anatomi. Turkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics, 2(3), 75-9.

4.Narang, D. (2022). Ultrasound in dentistry. International Journal of Dental Research, 4(1).

5. Alok, A., Singh, S., Kishore, M., & Shukla, A. K. (2019). Ultrasonography–A boon in dentistry. SRM Journal of Research in Dental Sciences, 10(2), 98-104.

6.Kossoff, G. (2000). Basic physics and imaging characteristics of ultrasound. World journal of surgery, 24(2), 134-142.

7. Ganidağlı, E., & Güzel, R. (2013). Terapötik Ultrason ve Diz Osteoartritinde Etkinliği. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 22(2), 170-183.

8. Aldrich, J. E. (2007). Basic physics of ultrasound imaging. Critical care medicine, 35(5), S131-S137.

9. Korkut, B. (2016). A new diagnostic tool for detecting dental caries and tooth wear: ultrasonic system. screen, 5, 9.

10.Belgin, C. A., & Serindere, G. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi Kullanımı. Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I, 59.

11. Oglat, A. A., Matjafri, M. Z., Suardi, N., Oqlat, M. A., Abdelrahman, M. A., & Oqlat, A. A. (2018). A review of medical doppler ultrasonography of blood flow in general and especially in common carotid artery. Journal of medical ultrasound, 26(1), 3-13.

12. Modrzejewska, M. (2019). Guidelines for ultrasound examination in ophthalmology. Part III: Color Doppler ultrasonography. Journal of Ultrasonography, 19(77), 128-136.

13. Ihnatsenka, B., & Boezaart, A. P. (2010). Ultrasound: Basic understanding and learning the language. International journal of shoulder surgery, 4(3), 55.

14. ÇABUK, D. S., & EVLİCE, B. Oral Radyolojide Ultrason Elastografisinin Temel Prensipleri ve Klinik Uygulamaları. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 29(4), 237-242.

15. Das, D., Gupta, M., Kaur, H., & Kalucha, A. (2011). Elastography: the next step. Journal of oral science, 53(2), 137-141.

16. Shiina, T., Nightingale, K. R., Palmeri, M. L., Hall, T. J., Bamber, J. C., Barr, R. G., ... & Kudo, M. (2015). WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. Ultrasound in medicine & biology, 41(5), 1126-1147.

17.Ogura, I., Sasaki, Y., Sue, M., & Oda, T. (2018). Strain elastography of tongue carcinoma using intraoral ultrasonography: a preliminary study to characterize normal tissues and lesions. Imaging science in dentistry, 48(1), 45.

18. Cosgrove, D., Piscaglia, F., Bamber, J., Bojunga, J., Correas, J. M., Gilja, O. A., ... & Dietrich, C. F. (2013). EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound, 34(03), 238-253.

19. Arda, K., Ciledag, N., Aktas, E., Arıbas, B. K., & Köse, K. (2011). Quantitative assessment of normal soft-tissue elasticity using shear-wave ultrasound elastography. American Journal of Roentgenology, 197(3), 532-536.

20. Joy, J., McLeod, G., Lee, N., Munirama, S., Corner, G., Eisma, R., & Cochran, S. (2015). Quantitative assessment of Thiel soft-embalmed human cadavers using shear wave elastography. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger, 202, 52-56.

21. Moore, C. A., Law, J. K., Retout, M., Pham, C. T., Chang, K. C. J., Chen, C., & Jokerst, J. V. (2022). High-resolution ultrasonography of gingival biomarkers for periodontal diagnosis in healthy and diseased subjects. Dentomaxillofacial Radiology, 51(6), 20220044.

22.Renaud, M., Delpierre, A., Becquet, H., Mahalli, R., Savard, G., Micheneau, P., ... & Denis, F. (2023). Intraoral Ultrasonography for Periodontal Tissue Exploration: A Review. Diagnostics, 13(3), 365.

23. Chifor, R., Badea, A. F., Chifor, I., Mitrea, D. A., Crisan, M., & Badea, M. E. (2019). Periodontal evaluation using a non-invasive imaging method (ultrasonography). Medicine and Pharmacy Reports, 92(Suppl No 3), S20.

24. Tsiolis, F. I., Needleman, I. G., & Griffiths, G. S. (2003). Periodontal ultrasonography. Journal of clinical periodontology, 30(10), 849-854.

25. J. Majzoub, L. Tavelli, S. Barootchi et al., "Agreement in measurements of ultrasonography-derived periodontal diagnostic parameters among multiple raters: a diagnostic accuracy study," Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, vol. 134, no. 3, pp. 375–385, 2022

26. Nguyen, K. C. T., Le, L. H., Kaipatur, N. R., Zheng, R., Lou, E. H., & Major, P. W. (2016). High-resolution ultrasonic imaging of dento-periodontal tissues using a multi-element phased array system. Annals of biomedical engineering, 44, 2874-2886.

27. Nanci, A., & Bosshardt, D. D. (2006). Structure of periodontal tissues in health and disease. Periodontology 2000, 40(1), 11.

28. Shimabukuro, Y., Ichikawa, T., Takayama, S., Yamada, S., Takedachi, M., Terakura, M., ... & Murakami, S. (2005). Fibroblast growth factor-2 regulates the synthesis of hyaluronan by human periodontal ligament cells. Journal of cellular physiology, 203(3), 557-563.

29. Harle, J., Salih, V., Mayia, F., Knowles, J. C., & Olsen, I. (2001). Effects of ultrasound on the growth and function of bone and periodontal ligament cells in vitro. Ultrasound in medicine & biology, 27(4), 579-586.

30. Siva Kalyan, U., Moturi, K., & Padma Rayalu, K. (2018). The role of ultrasound in diagnosis of temporomandibular joint disc displacement: a case–control study. Journal of Maxillofacial and Oral Surgery, 17, 383-388.

31. Manfredini, D., & Guarda-Nardini, L. (2009). Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. International journal of oral and maxillofacial surgery, 38(12), 1229-1236.

32. Klatkiewicz, T., Gawriołek, K., Radzikowska, M. P., & Czajka-Jakubowska, A. (2018). Ultrasonography in the diagnosis

of temporomandibular disorders: a meta-analysis. Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 24, 812.

33. Jank, S., Emshoff, R., Norer, B., Missmann, M., Nicasi, A., Strobl, H., ... & Bodner, G. (2005). Diagnostic quality of dynamic high-resolution ultrasonography of the TMJ—a pilot study. International journal of oral and maxillofacial surgery, 34(2), 132-137.

34. Dupuy-Bonafé, I., Picot, M. C., Maldonado, I. L., Lachiche, V., Granier, I., & Bonafé, A. (2012). Internal derangement of the temporomandibular joint: is there still a place for ultrasound ?. Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology, 113(6), 832-840.

35. Kaya, K., Dulgeroglu, D., Unsal-Delialioglu, S., Babadag, M., Tacal, T., Barlak, A., & Ozel, S. (2010). Diagnostic value of ultrasonography in the evaluation of the temporomandibular joint anterior disc displacement. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 38(5), 391-395.

36. Uysal, S., Kansu, H., Akhan, O., & Kansu, Ö. (2002). Comparison of ultrasonography with magnetic resonance imaging in the diagnosis of temporomandibular joint internal derangements: a preliminary investigation. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 94(1), 115-121.

37. Manfredini, D., Tognini, F., Melchiorre, D., Bazzichi, L., & Bosco, M. (2005). Ultrasonography of the temporomandibular joint: comparison of findings in patients with rheumatic diseases and temporomandibular disorders. A preliminary report. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 100(4), 481-485.

38. Tognini, F., Manfredini, D., Melchiorre, D., & Bosco, M. (2005). Comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular joint disc displacement. Journal of oral rehabilitation, 32(4), 248-253.

39. Machado, M. R. M., Tavares, M. R., Buchpiguel, C. A., & Chammas, M. C. (2017). Ultrasonographic evaluation of cervical lymph nodes in thyroid cancer. Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 156(2), 263-271.

40. Chung, S. M., & Chung, S. M. (2023). Ultrasonographic findings of cervical lymph nodes. Clinical Ultrasound, 8(2), 48-52.

41. Hayashi, T. (2012). Application of ultrasonography in dentistry. Japanese Dental Science Review, 48(1), 5-13.

42. Khanal, B., Gautam, M., Pathak, M. R., & Kafle, N. (2021). Diagnostic accuracy of color doppler Ultrasonography and FNAC in differentiating benign and malignant cervical lymphadenopathies at Birat Medical College Teaching Hospital, Morang, Nepal. Nepalese Journal of Radiology, 11(2), 43-

43. Dangore-Khasbage, S., Degwekar, S. S., Bhowate, R. R., Banode, P. J., Bhake, A., Choudhary, M. S., & Lohe, V. K. (2009). Utility of color Doppler ultrasound in evaluating the status of cervical lymph nodes in oral cancer. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 108(2), 255-263.

44. Dudea, S. M., Lenghel, M., Vasilescu, D., & Duma, M. M. (2012). Ultrasonography of superficial lymph nodes: benign vs. malignant. Medical ultrasonography, 14(4), 294-306.

45. Toriyabe YN, Nishimura T, Kita S, Saito Y, Miyokawa (1997). N.Differentiation between benign and metastatic cervical lymphnodes with ultrasound. Clin Radiol. 52, 927-932.

46. Yuasa K, Kawazu T, Nagata T, Kanda S, Ohishi M, ShirasunaK (2000). Computed tomography and ultrasonography of metastaticcervical lymph nodes in oral squamous cell carcinoma Dentomaxillofac Radiol. 29, 238-244

47. Karagöz, G., Kayhan, K. B., Metin, Z. B., Keskin, Y., & Ünür, M. (2012). Dil kanserleri: 91 olgunun değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 29(1), 1-6.

48. Shingaki, M., Nikkuni, Y., Katsura, K., Ikeda, N., Maruyama, S., Takagi, R., & Hayashi, T. (2017). Clinical significance of intraoral strain elastography for diagnosing early stage tongue carcinoma: a preliminary study. Oral Radiology, 33, 204-211.

49. Sugawara, C., Takahashi, A., Kawano, F., Kudo, Y., Ishimaru, N., & Miyamoto, Y. (2016). Intraoral ultrasonography of tongue mass lesions. Dentomaxillofacial Radiology, 45(5), 20150362.

50. Wakasugi-Sato, N., Kodama, M., Matsuo, K., Yamamoto, N., Oda, M., Ishikawa, A., ... & Morimoto, Y. (2010). Advanced clinical usefulness of ultrasonography for diseases in oral and maxillofacial regions. International journal of dentistry, 2010.

51. Shintani, S., Nakayama, B., Matsuura, H., & Hasegawa, Y. (1997). Intraoral ultrasonography is useful to evaluate tumor thickness in tongue carcinoma. The American journal of surgery, 173(4), 345-347.

52. Yuen, A. P. W., Ng, R. W. M., Lam, P. K. Y., & Ho, A. (2008). Preoperative measurement of tumor thickness of oral tongue carcinoma with intraoral ultrasonography. Head & Neck: Journal for the Sciences and Specialties of the Head and Neck, 30(2), 230-234.

53. Doblan, A. (2020). Tükürük Bezi Tümörü Tanısında Ultrasonografi (USG), Mangnetik Rezonans Görüntüleme

(MRG), Bilgisayarlı Tomografi (BT), İnce İğne Aspirasyon Biyopsisi'nin (İİAB) Karşılaştırılması. Dicle Tıp Dergisi, 47(4), 911-919.

54. Adelstein, D. J., Koyfman, S. A., El-Naggar, A. K., & Hanna, E. Y. (2012, July). Biology and management of salivary gland cancers. In Seminars in radiation oncology (Vol. 22, No. 3, pp. 245-253). WB Saunders.

55. Afzelius, P., Nielsen, M. Y., Ewertsen, C., & Bloch, K. P. (2016). Imaging of the major salivary glands. Clinical physiology and functional imaging, 36(1), 1-10.

56. Koch, M., Sievert, M., Iro, H., Mantsopoulos, K., & Schapher, M. (2021). Ultrasound in inflammatory and obstructive salivary gland diseases: own experiences and a review of the literature. Journal of Clinical Medicine, 10(16), 3547.

57. Bradley, M. J., Durham, L. H., & Lancer, J. M. (2000). The role of colour flow Doppler in the investigation of the salivary gland tumour. Clinical radiology, 55(10), 759-762.

58. Schwarz, D., Kabbasch, C., Scheer, M., Mikolajczak, S., Beutner, D., & Luers, J. C. (2015). Comparative analysis of sialendoscopy, sonography, and CBCT in the detection of sialolithiasis. The Laryngoscope, 125(5), 1098-1101.

59. Çağlayan, F., Sümbüllü, M. A., Miloğlu, Ö., & Akgül, H. M. (2014). Are all soft tissue calcifications detected by cone-beam computed tomography in the submandibular region sialoliths. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 72(8), 1531-e1.

60. Capaccio, P., Cuccarini, V., Ottaviani, F., Minorati, D., Sambataro, G., Cornalba, P., & Pignataro, L. (2008). Comparative ultrasonographic, magnetic resonance sialographic, and videoendoscopic assessment of salivary duct disorders. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology, 117(4), 245-252.

61. Jäger, L., Menauer, F., Holzknecht, N., Scholz, V., Grevers, G., & Reiser, M. (2000). Sialolithiasis: MR sialography of the submandibular duct—an alternative to conventional sialography and US ?. Radiology, 216(3), 665-671.

62. Hocevar, A., Ambrozic, A., Rozman, B., Kveder, T., & Tomsic, M. (2005). Ultrasonographic changes of major salivary glands in primary Sjogren's syndrome. Diagnostic value of a novel scoring system. Rheumatology, 44(6), 768-772.

63. Takagi, Y., Kimura, Y., Nakamura, H., Sasaki, M., Eguchi, K., & Nakamura, T. (2010). Salivary gland ultrasonography: can it be an alternative to sialography as an imaging modality for Sjögren's syndrome?. Annals of the rheumatic diseases, 69(7), 1321-1324.

64. Salaffi, F., Carotti, M., Iagnocco, A., Luccioli, F., Ramonda, R., Sabatini, E., ... & Grassi, W. (2008). Ultrasonography of salivary glands in primary Sjögren's syndrome: a comparison with contrast sialography and scintigraphy. Rheumatology, 47(8), 1244-1249.

65. Obinata K, Sato T, Ohmori K, Shindo M, Nakamura M. A comparison of diagnostic toolsfor Sjogren syndrome, with emphasis onsialography, histopathology, and ultraso-nography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol OralRadiol Endod (2010); 109: 129–134.

66. Arslan, Z. B., Demir, H., Berker Yıldız, D., & Yaşar, F. (2020). Diagnostic accuracy of panoramic radiography and ultrasonography in detecting periapical lesions using periapical radiography as a gold standard. Dentomaxillofacial Radiology, 49(6), 20190290.

67. Cottı, Elısabetta, et al. A new technique for the study of periapical bone lesions: ultrasound real time imaging. International Endodontic Journal, 2002, 35.2: 148-152.

68. Nardi, C., Calistri, L., Pradella, S., Desideri, I., Lorini, C., & Colagrande, S. (2017). Accuracy of orthopantomography for apical periodontitis without endodontic treatment. Journal of endodontics, 43(10), 1640-1646.

69. Raghav, N., Reddy, S. S., Giridhar, A. G., Murthy, S., Devi, B. Y., Santana, N., ... & Kaushik, A. (2010). Comparison of the efficacy of conventional radiography, digital radiography, and ultrasound in diagnosing periapical lesions. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 110(3), 379-385.

70. Cotti, E., Campisi, G., Ambu, R. O. S. S. A. N. O., & Dettori, C. L. A. U. D. I. A. (2003). Ultrasound real-time imaging in the differential diagnosis of periapical lesions. International endodontic journal, 36(8), 556-563.

71. Patini, R., Gallenzi, P., Lione, R., Cozza, P., & Cordaro, M. (2019). Ultrasonographic evaluation of the effects of orthodontic or functional orthopaedic treatment on masseter muscles: a systematic review and meta-analysis. Medicina, 55(6), 256.

72. Lione, R., Franchi, L., Noviello, A., Bollero, P., Fanucci, E., & Cozza, P. (2013). Three-dimensional evaluation of masseter muscle in different vertical facial patterns: a cross-sectional study in growing children. Ultrasonic imaging, 35(4), 307-317.

73. Lee, D. H., & Yu, H. S. (2012). Masseter muscle changes following orthognathic surgery: a long-term three-dimensional computed tomography follow-up. The Angle Orthodontist, 82(5), 792-798.

74. Cesur, M. G., Onal, T., Bilgin, M. D., Sirin, F. B., Inan, S., Koken, E. C., ... & Cesur, G. (2019). Histological and biochemical investigation of the effects of low intensity pulsed ultrasound on orthodontic tooth movement. Konuralp Medical Journal, 11(1), 119-125.

75. Sumer, A. P., Ozer, M., Sumer, M., Danaci, M., Tokalak, F., & Telcioglu, N. T. (2012). Ultrasonography in the evaluation of midpalatal suture in surgically assisted rapid maxillary expansion. Journal of Craniofacial Surgery, 23(5), 1375-1377.

76. Bruno, C., Minniti, S., Buttura-da-Prato, E., Albanese, M., Nocini, P. F., & Pozzi-Mucelli, R. (2008). Gray-scale ultrasonography in the evaluation of bone callus in distraction osteogenesis of the mandible: initial findings. European Radiology, 18, 1012-1017.

77. Çağlayan, F., Bayrakdar, İ. Ş., & Yılmaz, A. B. (2016). Çenelerde görülen kemik içi lezyonlarda ultrasonografi kullanımı. Türkiye Klinikleri Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Özel Dergisi, 2, 36-39.

78. Davide, M., Hagay, S., Michela, B., Claudia, D., & Elisabetta, C. (2020). The effectiveness of ultrasound examination to assess the healing process of bone lesions of the jaws: A systematic review. Clinical oral investigations, 24, 3739-3747.

79. Dib, L. L., Curi, M. M., Chammas, M. C., Pinto, D. S., & Torloni, H. (1996). Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 82(3), 351-357.

80. Shahidi, S., Shakibafard, A., Zamiri, B., Mokhtare, M. R., Houshyar, M., & Mahdian, S. (2015). The feasibility of ultrasonography in defining the size of jaw osseous lesions. Journal of Dentistry, 16(4), 335.

EPİLEPSİ HASTALARININ GEBELİKTE KULLANILAN GÜVENİLİR İLAÇLAR VE ONLARIN HPLC YÖNTEMİYLE ANALİZİ

Büşra YÜKSEL[16]
Bura BAYRAK[17]
Yücel KADIOĞLU[18]
Fatma DEMİRKAYA MİLOĞLU[19]

1. GİRİŞ

Epilepsi her yaştan, ırktan, sosyal sınıftan ve coğrafi konumdan insanı etkileyen, halk arasında sara hastalığı olarak ta bilinen, M.Ö. 4000 yılına kadar uzanan yazılı kayıtları bulunan en eski nörolojik hastalıklarından birisidir (WHO, 2019). "Sara hastalığı" terimi, zamanla bilimsel literatürde de kullanılmış, ancak günümüzde hastalığın resmi adı epilepsi olarak benimsenmiştir. Epilepsi, "beynin nörobiyolojik, bilişsel, psikolojik ve sosyal sonuçları olan epileptik nöbetler oluşturmaya yatkınlığı" şeklinde tanımlanmaktadır (Fisher et al., 2005).

16 Atatürk Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya A.D. Büşra YÜKSEL: busrayuksel@atauni.edu.tr ORCID: 0000-0003-1464-3886
17 Burak BAYRAK: burak.bayrak@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6550-6916
18 Yücel KADIOĞLU : yucel@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0001-6590-7306
19Fatma DEMİRKAYA MİLOĞLU: fdkaya@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5729-7181

Dünya genelinde yaklaşık 50 milyon kişinin epilepsi ile yaşadığı, her yıl ise yaklaşık 5 milyon yeni vaka teşhis edildiği tahmin edilmektedir (WHO, 2019). Ülkemizde bu konuda resmi bir istatistik bulunmamakla birlikte, dünya genelindeki oranlar baz alındığında, Türkiye'de yaklaşık 600 bin kişinin epilepsi hastası olduğu düşünülmektedir.

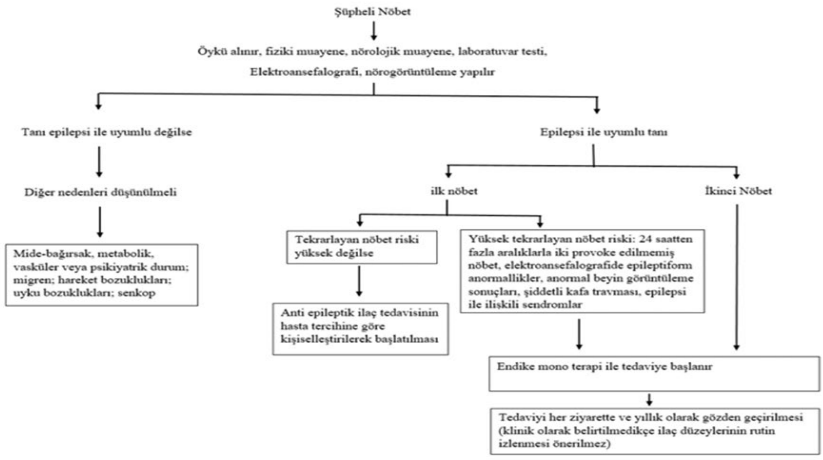
1.1. Epidemiyoloji ve Sosyal Etkiler

Epilepsi her yaştan, ırktan, sosyal sınıftan ve coğrafi konumdan insanı etkileyen bir hastalıktır. Epilepsinin insidansı ve prevalansı, erkeklerde kadınlara göre biraz daha yüksek olarak bildirilmiştir (Fiest vd., 2017). Bunun nedenlerinden biri, bazı toplumlarda sosyokültürel nedenlerden dolayı kadınların hastalığını gizlemesi olarak gösterilmektedir (Bharucha vd., 1988). Epilepsili bireyler yalnızca nöbetlerin fiziksel etkileriyle değil, aynı zamanda damgalanma, dışlanma, aşırı koruma ve izolasyon gibi sosyal sorunlarla da mücadele etmektedir. Bu durum, hastalığın psikolojik ve sosyal boyutunu ön plana çıkarmakta, bireylerin yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebilmektedir.

1.2.Teşhis Süreci ve Tanı Algoritmaları

Epilepsi teşhisinde aile öyküsü ve elektroensefalografi (EEG) gözlemleri temel araçlar olarak kabul edilmektedir (Hampel vd., 2019). Bununla birlikte, epilepsinin tanısında kullanılan algoritmaların doğruluğu büyük önem taşımaktadır. Teşhis sürecinde hekimin bilgi ve deneyim eksikliği, yanlış tanı olasılığını artırabilmektedir. Örneğin, Birleşik Krallık'ta yapılan bir çalışmada, nörologlar tarafından yapılan yanlış teşhis oranı %5,6 iken, bu oran uzman olmayan hekimlerde %18,9'a çıkmıştır (Leach, Lauder, Nicolson & Smith, 2005).

Epilepsinin teşhis algoritması Şekil 2'de gösterilmiştir (Liu, Slater & Perkins, 2017). Tanı sürecinde zorluklar olsa da uzmanlaşmış hekimlerin katkısı, doğru teşhis oranlarını artırmaktadır.



Şekil 1. Epilepsi için teşhis algoritması (Liu, Slater & Perkins, 2017).

1.3. Tedavi Yaklaşımları

Epilepsinin tedavisinde hedef, hastalığın kontrol altına alınması ve nöbetlerin durdurulmasıdır. "Remisyon" terimi, hastalık aktivitesinin bulunmadığı durumları tanımlamak için kullanılsa da halk arasında daha anlaşılır olması için "çözüldü" terimi önerilmiştir (Villanueva vd., 2010). Epilepsili bir birey, son 10 yıldır nöbet geçirmemiş ve en az 5 yıldır ilaç kullanmayı bırakmışsa, hastalık "çözüldü" olarak kabul edilir (Fisher vd., 2014). Epilepsi çözüldüğünde, kişinin artık epilepsi olmadığı anlamına gelir, ancak geri dönmeyeceğini garanti etmez. Ayrıca hasta belirli bir yaşa geldiğinde düzelebilir ve tedaviye ihtiyaç duymayabilir. Bu durumlarda ne yapılacağına hekimin karar vermesi önemlidir.

Tedavi edilmeyen veya yetersiz tedavi gören epilepsi hastalarının oranı, "tedavi açığı" olarak adlandırılmaktadır. Tedavi açığı gelişmiş ülkelerde %10'un altındayken, düşük gelirli ülkelerde %75'e kadar çıkabilmektedir (Meinardi vd., 2001; Meyer vd., 2010). Bu durum, düşük gelirli ülkelerde her dört hastadan üçünün gerekli tedaviyi alamadığına işaret etmektedir, hatta bu oran bazı ülkelerde %90'a kadar çıkabilmektedir (WHO, 2024).

1.4. Antiepileptik İlaçlar ve Tedavi Yöntemleri

Epilepsi tedavisine genellikle antiepileptik ilaçlarla monoterapi şeklinde başlanmalıdır. Monoterapi, yan etkilerin ve toksisitenin azaltılması açısından en uygun yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (St Louis, Rosenfeld & Bramley, 2009). Bunun nedeni, antiepileptik ilaçların merkezi sinir sistemindeki hassas dengeyi bozma riski taşımasıdır. Monoterapide başarısızlık durumunda, politerapi ya da cerrahi müdahale gibi alternatif yöntemler değerlendirilebilir (Brunton, Hilal-Dandan & Knollmann, 2018). Farmakolojik olmayan tedaviler arasında epilepsi cerrahisi, vagus sinir stimülasyonu, ketojenik diyet ve tepkili nörostimülasyon yer alırken; akupunktur, geleneksel Çin tıbbı, kannabinoidler ve yoga gibi tamamlayıcı tedaviler üzerine yapılan çalışmalar yetersiz bilimsel kanıt sunmaktadır (Liu, Slater & Perkins, 2017).

1.5. Epilepsi ve Gebelik

Epilepsili hastalarda gebelik her ne kadar riskli olsa da, çocuk sahibi olmayı planlayan hastalara sorunsuz bir gebelik geçirebileceği ve çocuk sahibi olabileceği bilgisi verilmelidir. Bunun için ne önemli şart gebeliğin planlanarak yapılmasıdır. Planlı gebelikte döllenme olmadan önce ilacın dozlaması nöbetleri kontrol altına alacak kadar yüksek fetüs gelişimine zarar

vermeyecek kadar düşük yani en düşük etkin dozda(optimum nöbet kontrolü) monoterapi uygulanmalıdır.

Antiepilektik ilaçlar doğuşsal kalp defektleri, nöral tüp defektleri, yarık dudak ve yarık damak başta olmak üzere çok sayıda teratojenik tesirleri vardır. Gebe kalmak isteyen bir epilepsi hastasında ilk seçenek olarak kullanılan ilaç veya ilaçların mümkünse bırakılması ikinci seçenek olarak ilaç düzeylerinin dikkatle kontrol edildiği monoterapinin uygulanması önerilmektedir (Randa Hilal-Dandan & Brunton, 2014). Toksik düzeylere ulaşan tedaviden veya çoklu ilaç tedavisinin yol açacağı istenmeyen yan etkilerden kaçınılmalıdır. Yeni nesil antiepileptik ilaçların teratojenite açısından kısmen daha iyi durumda oldukları gösterilmiş olsa da nöbet kontrolü açısından başarısız sonuç alınmasına yol açmakta ve bu da politerapi veya doz artışına yapılmasına ve teratojenitede riskinin artmasına yol açmaktadır (Ayyıldız & Erişgin, 2016).

Gebelik sırasında kullanılan antiepileptik ilaçların güvenilirlikleri üzerine yapılan çalışmalar sonucunda levetirasetam, okskarbazepin ve lamotrijin en az riskli ilaçlar olarak bildirilmiştir (Canger vd., 1999; Holmes & Hernandez-Diaz, 2012; MacDonald, Bateman, McElrath, & Hernández-Díaz, 2015; Moore & Aggarwal, 2012; Morrow vd., 2006; Vajda vd., 2008). Özellikle lamotrijin ve okskarbazepin alan gebelerde, gebelik süresince ilaç monitorizasyon ve doz ayarlaması gerekebilir (Group, 2006).

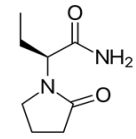
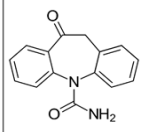
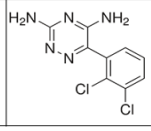
1.6. Etki Mekanizması

Antiepileptik ilaçlar, nöronal fonksiyon üzerinde farklı etki mekanizmaları sergilerler, bu nedenle her ilacın farklı nöbet tiplerine karşı seçici etkinliği vardır. Çoğu antiepileptik ilaç, iki ana mekanizmadan biriyle hareket eder: Birincisi, iyon kanalları

(sodyum, potasyum ve kalsiyum kanalları) üzerindeki etkisidir, burada ana hedefleri daha uzun hiperpolarizasyon durumunu sürdürmek ve böylece daha fazla etki oluşumunu engeller. İkincisi, GABA konsantrasyonunu artırarak veya GABA geri alımını veya metabolizmasını inhibe ederek amino bütirik asit (GABA) aracılı nöronal ateşlemenin inhibisyonunun arttırılmasıdır.

Kimyasal yapılar ve kimyasal parametreleri Tablo1 'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Levetirasetam, lamotrijin ve okskarbazepin antiepileptiklerin kimyasal yapıları ve kimyasal parametreleri.

Etkin Madde	Formül	Kimyasal yapı	IUPAC isimlendirme	Molekül Kütlesi (g/mol)	Türkiye'de Satılan Ticari Preparatları
Levetirasetam	$C_8H_{14}N_2O_2$		(S)-2-(2-Oxopyrrolidin-1-yl)butanamide	170,21	Epixx Film Tablet Epitam Xr Film Kaplı Tablet Epitam Film Tablet Epileptal Xr Film Tablet Epileptal Oral Çözelti Epileptal Film Tablet Epilem Konsantre İnfüzyon Çözelti İçeren Flakon Epilecure Konsantre İnfüzyon Çözelti İçeren Flakon Epi-No Film Tablet Daylep Xr Film Tablet Anlev Film Kaplı Tablet
Okskarbazepin	$C_{15}H_{12}N_2O_2$		10,11-dihydro-10-oxo-5H-dibenz(b,f)azepine-5-carboxamide	252,27	Apilep Film Tablet Epsile Divitab Film Tablet Oxcarpin Divitab Film Tablet Oxilepsi Divitab Film Tablet
Lamotrijin	$C_9H_7Cl_2N_5$		6-(2,3-dichlorophenyl)-1,2,4-triazine-3,5-diamine	256,09	İvensi Dc Çözüntür Çiğneme Tableti Lamictal Dc Çözüntür Çiğneme Tableti

2. ANTİEPİLEPTİK İLAÇLAR ve ANALİZLERİ

2.1. Levetirasetam,

Levetirasetam, pirolidin sınıfına ait kimyasal moleküllerden bir antiepileptik ve antikonvülzan ajandır. Kimyasal olarak

IUPAC'a göre levetirasetam, (S)-2-(2-Oksopirrolidin-1-il) bütanamid olarak adlandırılır. Levetirasetam, bir ay ve üzerindeki epileptik hastalarda kısmi başlangıçlı nöbetlerin yönetiminde yardımcı tedavi olarak önerilmektedir. Ayrıca, 12 yaş ve üzerindeki hastalarda miyoklonik nöbetlerin yönetiminde ve 6 yaş ve üzerindeki jeneralize idiyopatik epilepsi hastalarında birincil jeneralize tonik-klonik nöbetlerin tedavisinde de yardımcı tedavi olarak önerilmektedir (Lyseng-Williamson, 2011).

Ayrıca, levetirasetam, gebelik sırasında yaygın olarak kullanılan bir antiepileptik ilaçtır. Ancak, fetüs üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir. FDA, levetirasetamu Gebelik Kategorisi C olarak sınıflandırmıştır; bu, hayvan çalışmalarında olumsuz etkiler gözlemlendiği, ancak insanlarda yeterli ve kontrollü çalışmaların bulunmadığı anlamına gelir. Bu nedenle, levetirasetamın gebelikte kullanımı, potansiyel yararların ve risklerin dikkatlice değerlendirilmesini gerektirir. Epidemiyolojik çalışmalar, gebelik döneminde levetirasetam monoterapisi alan kadınların bebeklerinde majör konjenital malformasyon riskinde anlamlı bir artış olmadığı bildirilmektedir (Erten & Erişgin, 2014; Özkan, 2021; Kalay, vd., 2023).

Levetirasetamın antiepileptik etkilerini gösterme mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Ancak bazı çalışmalar, levetirasetamın santral sinir sistemi genelinde bulunan sinaptik vezikül proteini SV2A'yı presinaptik düzeyde etkilediğini ve bu sayede nörotransmitter salınımını inhibe ettiğini önermektedir. Bu etkinin normal nörotransmisyon üzerinde bir etkisi olmadığı belirtilmektedir. Levetirasetam, uzatılmış salınımlı tablet, hemen salınımlı tablet, oral çözelti ve enjeksiyonluk dozaj formu şeklinde mevcuttur (Sankar & SrinivasaRao, 2022).

Levetirasetam analizi ile ilgili 2016 tarihli Türk farmakopesinde (TP) kiral ayrıımlar için (R) silikaje OD

kullanılarak sıvı kromatografiyle ayrımı yapıldığı belirtilmektedir. Analizde kullanılacak çalışma parametreleri, hareketli faz olarak 2-propanol ve hekzan (18:82 h/h) seçilmiş akış hızı olarak 0.8 mL/dk seçilerek 205 nm olarak verilmektedir (T.C. Bakanlığı, 2016b).

Levetirasetamın hem farmasötik formülastonlarda hem de biyolojik sıvılarda kromatografik yöntemlerle yapılan miktar tayini çalışmaları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Hem farmasotik preparatlarda hem de biyolojik sıvılarda levetirasetamın HPLC çalışmaları

Analit	**Kolon** **Hareketli Faz** **Akış Hızı** **Çalışma Aralığı** **Dalga Boyu** **Alıkonma Zamanı**	**Yöntem**	**Matriks**	**Kaynak**
Levetiraseta m (LEV)	C18 Su-asetonitril (Gradiant) 1,0 mL/dk 3–80 µg/mL 192 nm 7,8dk	HPLC-UV	Plazma	(Kharouba & Mahmoud, 2023)

Levetiraseta m (LEV)	C18 Potasyum dihidrojen fosfat tamponu (10 mM, pH-4.6) : Asetonitril (93/7, h/h) 0,45 mL/dk 5-60 µg/mL 192 nm 7,45 dk	HPLC - UV	Plazma	(Hernandez-Mitre vd., 2020)
Levetiraseta m (LEV)	C18 Potasyum fosfat tamponu (pH 5,5):asetonitril (45/55, h/h) 0,9 mL/dk 0.05-0,15 µg/mL 205 nm 10,3 dk	HPLC - UV	Farm. formulas yon	(Aakisetti Siva Sankar, 2022)
Levetiraseta m (LEV)	C18 A:pH 5.50 fosfat tamponu : asetonitril (950:50)	RP-HPLC UV	Farm. formulas yon	(Rao vd., 2023)

	B: asetonitril:su (90:10) 1,0 ml/dk 10-50 µg/mL 205 nm 9,5 dk			
Levetiraseta m (LEV)	C18 Metanol:asetonitril:s u (60/20/20, h/h/h) 1,0mL/dk 10-50 µg/mL 220 nm 4,5 dk	Spektro fotomet rik ve HPLC-UV	Farm. formulas yon	(Pimpale vd., 2021)
Levetiraseta m (LEV)	C18 Metanol:su (30/70, h/h) 1,0 mL/dk 5-30 µg/mL 205 nm 4,38 dk	HPLC - UV	Farm. formulas yon	(Sonawane vd., 2020)

Levetiraseta m (LEV)	C18 0.136% KH_2PO_4: asetonitril (80/20, h/h) 1,0 mL/dk 10-60 µg/mL 206 nm 3,48 dk	UVSpe ktrosko pik ve RP-HPLC	Farm. formulas yon	(Gawale & Shoaeb Mohammad Syed, 2021)
Levetiraseta m (LEV)	C18 Fosfat tamponu(pH:5,50):as etonitril (95:5, h/h) 1,0mL/dk 0.40-1.80 205 nm 14,37 dk	RP-HPLC DAD	Farm. formulas yon	(Kole & Parameswara n, 2023)
Levetiraseta m (LEV)	C18 Su:asetonitril (GradientElüsyon) 1,0 mL/dk 0.8-24 mg/L 220 nm	HPLC-DAD	Tükürük	(Carona vd., 2021)

	4,0 dk			
Levetiracetam (LEV)	C_{18} 50 mM KH_2PO_4 tampon: asetonitril(90:10) 1,0 mL/dk 1-60 µg/mL 205 nm 8,59 dk	HPLC-UV	Plazma ve Serum	(Engelbrecht vd., 2017)
Levetiracetam (LEV)	C_{18} asetonitril-(pH 6,6) fosfat tamponu (10:90) 1,0 mL/dk 12−46 µg/mL	HPLC-UV	Serum	(Harby vd., 2020)
Levetiracetam (LEV)	C_8 Metanol: asetonitril: 3 mM potasyum fosfat tamponu (6:5:89) 1,5 mL/dk 0,48-48 µg/mL 9,8 dk	HPLC - MS	Tükürük	(Hamdan vd., 2017)

Levetiraseta m (LEV)	C_{18} 35 °C % 0.2 fosforik asit su-asetonitril (90/10) 1,0 mL/dk 0,5 -50 µg / mL 210 nm	HPLC -UV	Plazma	(Wang vd., 2016)
Levetiraseta m (LEV)	LiChrocCA 50 mM potasyum dihidrojen fosfat tamponu (pH4.5): asetonitril metanol karışımı(3 kısım:1 kısım) 65:35 1,0 mL/dk 5-80 µg / mL 340 nm Belirtilmemiş	HPLC -UV	Serum. Plazma	(Aguilera vd., 2020)

2.2. Lamotrijin

Lamotrijin ($C_9H_7Cl_2N_5$) kimyasal olarak 3,5-diamino-6-(2,3-diklorofenil)-1,2,4-triazin yapısına sahiptir ve moleküler ağırlığı 256'dır. Lamotrijin'in etki mekanizması, voltaj bağımlı Na kanallarının inhibisyonunu içerir; bu sayede presinaptik membranı stabilize eder ve esas olarak glutamat gibi uyarıcı nörotransmitterlerin salınımını engeller. Lamotrin'in, jeneralize tonik-klonik, absans nöbetleri ve parsiyel nöbetlerin tedavisinde hayvan modellerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Lamotrijin, epilepsi ve bipolar bozukluk tedavisinde kullanılan bir antiepileptik ilaç olduğundan dolayı gebelik döneminde lamotrijin kullanımıyla ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Lamotrijin ise D kategorisinde yer almaktadır. Pazarlama sonrası veriler, gebeliğin ilk üç ayında lamotrijin monoterapisine maruz kalan kadınların bebeklerinde majör konjenital malformasyon riskinde büyük bir artış olmadığını göstermektedir. Ancak, izole damak yarığı gibi bazı malformasyon risklerinde artış bildirilmiştir. Bu nedenle, lamotrijin gebelikte ancak beklenen yararın, fetüse olan potansiyel riskten daha fazla olduğu durumlarda kullanılmalıdır (Büyükkayhan & Kurtoglu, 2006; Çetin, 2011).

Lamotrijinanalizi ile ilgili Türk Farmakopesinde HPLC yöntemi için sabit faz olarak 35 C oktadesilsilil silika jel, çözücü A (trietilamin, potasyum dihidrojen fosfat 2.7 g/L'lik çözeltisi 1:150 h/h; fosforik asit ile Ph:2.0'a ayarlanır). Çözücü B (asetonitril) seçilmiştir. İlk 4 dk solvent A %85, solvent B %15 (h/h) uygulanırken 4. Dakikadan 14 dk ya kadar kademeli olarak solvent A %20, solvent B %80 (h/h) yapılmıştır. Akış hızı olarak 1.0 ml/dk ve UV dedektör için 270 nm dalga boyu verilmektedir (T.C. Bakanlığı, 2016).

Lamotrijinin kromatografik yöntemlerle yapılan miktar tayini çalışmaları Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Hem farmasotik preparatlarda hem de biyolojik sıvılarda lamotrijinle ilgili HPLC çalışmaları

Analit	**Kolon** **Hareketli Faz** **Akış Hızı** **Çalışma Aralığı** **Dalga Boyu** **Alıkonma Zamanı**	**Yöntem**	**Matriks**	**Kaynak**
Lamotrijin (LAM)	C18 Asetonitril:metanol (gradient elüsyon) 1,2 mL/dk 220 nm 2,54 dk	HPLC-UV	Farm. formulasyon	(Puranik vd., 2021)
Lamotrijin (LAM)	C18 Su içinde0.3 % trietilamin (pH:5.5):asetonitril (70:30) 1,0 mL/dk 0.1–15.0 µg /mL 310 nm 4,7 dk	HPLC-UV	Plazma	(Abou-Taleb vd., 2022)
Lamotrijin (LAM)	C18 Asetonitril-fosfat tampon (pH 6.5; 1mM) (30:70) 1,0 mL/dk 0.1–10 µg/mL 305,7 nm 5,7 dk	PDA	Plazma	(Sánchez-Sellero vd., 2024)
Lamotrijin (LAM)	C18 10 mM potasyum fosfat tamponu(pH6.5): asetonitril (66:34) 0.5 mL/dk 0.5-30 mg/L 214 nm Belirtilmemiş	HPLC-UV	Plazma	(Chávez-Castillo vd., 2020)

Lamotrijin (LAM)	C18 %0.1lik formik asit içeren su: asetonitril (80:20) 1.0 mL/dk 0.625-50 µg /mL 210 nm 3.7 dk	HPLC-UV	Serum	(Guo vd., 2019)
Lamotrijin (LAM)	C18 %0.1 liktrifloroasetat içeren su: metanol (59:41) 1.5 mL/dk 1-50 µg /mL 260 nm Belirtilmemiş	HPLC-UV	Plazma	(Shaikh vd., 2016)
Lamotrijin (LAM)	C18 Asetonitril: metanol: trietilamin içeren su(ph6.0) 6:25:69 1 mL/dk 0.2-20 µg /mL 260 nm 2.5 dk	HPLC-DAD	Hepa-RG	(Ferreira vd., 2016)

2.3. Oksikarbazepin

Okskarbazepin (10,11-dihidro-10-okso-5H-dibenz[b,f] azepin-5-karboksamid, OXC), 10-hidroksikarbama-zepinin keto formudur. Merkezi sinir sistemindeki pre- ve postsinaptik voltaja bağlı sodyum kanallarını bloke eden bir bileşik olarak, kısmi ve jeneralize nöbetler, trigeminal nevralji, duygudurum bozuklukları ve spastisite tedavisinde birkaç yıldır terapötik kullanımda bulunmaktadır. Okskarbazepin, hızla farmakolojik olarak aktif dihidro metabolitine (10,11-dihidro-10-hidroksi-5H-dibenz[b,f]

azepin-5-karboksamid, dihidrookskarbazepin) metabolize olur (Qu, vd., 2019).

Son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalarda, okskarbazepin gebelik süresince daha az riskli ilaçlar arasında değerlendirilmiştir. Özellikle topiramat, valproat ve fenobarbital gibi ilaçlar daha yüksek risk taşırken, okskarbazepin, levetirasetam ve lamotrijin daha düşük riskli olarak kabul edilmiştir (Özkan, 2021).

Okskarbamazepin ile ilgili Türk Farmakopesinde HPLC yöntemi için sabit faz olarak 40oC de fenilheksilsilil slika jel R kolonuyla beraber Çözücü A (asetonitril, eşit hacimde fosfat tampon çözeltisi ve su karışımında çözülmüş 1.8 g/L sodyumedetat, tetrahidrofuran, su (5:10:10:75 h/h/h/h), çözücü B (eşit hacimde fosfat tampon çözeltisi ve su karışımında çözülmüş 1.8 g/L sodyumedetat, tetrahidrofuran, su, asetonitril (10:10:20:60 h/h/h/h), akış hızı olarak 1.0 ml/dk seçilerek 240 nm'de çalışmanın yapılacağı belirtilmektedir. Çalışmada ilk 10 dakika çözücü A %60, çözücü B %40 (h/h) oranları seçilirken onuncu dakidan yirminci dakikaya kadar kademili olarak çözücü A %5, çözücü B %95 (h/h) oranlarına getirilerek çalışmanın yapılması gereklidir (T. C. Bakanlığı, 2016a).

Levetirasetam, lamotrijinin ve okskarbamazepinin karışım halinde kromatografik yöntemlerle yapılan miktar tayinleri ile ilgili çalışmalar Tablo 4'de özetlenmiştir.

Tablo 4. Karışım halindeki antiepileptik ilaçlarla ilgili HPLC çalışmaları

Etken Madde	**Kolon** **Mobil Faz** **AkışHızı** **ÇalışmaAralığı** **DalgaBoyu** **AlıkonmaZamanı**	**Yöntem**	**Matriks**	**Kaynak**
Levetiraseta m (LEV) Pirasetam (PIR) Brivaraseta m (BRV)	C18 Metanol:asetonitril:su (10:20:70, h/h/h) 1,5 mL/dk 10-100 µg/mL 210 nm 1.6 dk	HPLC-UV	Farm. formulasyon plazma	(Mansour vd., 2022)
Levetiraseta m (LEV), Lamotrijin (LAM), Oksikarbaze pin (OKS)	C18 Metanol:potasyum fosfat tamponu (25 mM; pH 5.1) –Gradient 1,0 mL/dk LEV: 1–50 mg/L; LAM: 0.5–50 mg/L	HPLC-UV	Plazma	(Miloshe ska & Roškar, 2023)

Ve diğer antiepileptic ilaçlar	OKS: 0.1–10 mg/L 210 nm LEV:4.5dk, LAM:13.9dk, OKS: 19.9dk			
Levetiraseta m(LEV) Lamotrijin (LAM),	C18 pH:3 tampon:asetonitril (77/23) 1,0 mL/dk LEV:2-50 µg/mL; LAM:10-100 µg/mL LEV:194 nm ;LAM:266 nm LEV:2.6dk; LAM:5.0 dk	HPLC – DAD	İdrar	(Ulusoy vd., 2024)
Lamotrijin (LAM) Ve Perampanel	C18 %85 orto-fosforik asit içeren su:asetonitril 1,0 mL/dk LAM:0.25-30 µg/mL 306 nm 2.70 dk	HPLC-DAD	Plazma	(Sabença vd., 2021)

Levetiraseta m (LEV) Lamotrijin (LAM), Fenobarbital , Fenitoin	C18 5 mM potasyum fosfat tamponu (pH: 6) asetonitril (50:50) 1,0 mL/dk LEV:50-100 ppm LAM:1-6 ppm 230 nm LEV: 2.55dk LAM:3.55dk	RP-HPLC UV	Farm. formulasyon	(Kole & Parames waran, 2023)
Lamotrijin (LAM), Karbamazep in	C18 10 mM potasyum dihidrojen fosfat tamponu (pH: 6) :asetonitril(70:30) 1,0 mL/dk 0.13-6 µg/mL 220 nm 2.0 dk	HPLC-UV	Plazma	(Shahdou sti vd., 2020)
Levetiraseta m (LEV) Lamotrijin (LAM)	C_{18}	HPLC - DAD	Plazma	(Ibrahim vd., 2016)

OKS vediğerilaçlar	Metanol: asetonitril: (pH 5.0)fosforik asit:su (30:10:60) 1,5 mL/dk 0.5-50 µg/mL 230 nm LEV 3.3 dk LAM 4.3 dk			
Lamotrijin (LAM) Levetiraseta m (LEV) Okskarbaze pin (OKS) MHD vediğerilaçlar	C_{18} 2 mM amonyum asetat + %0,1 formik asitli su: 2 nM amonyum asetat+ %0.1 formik asitli metanol (Gradient elüsyon) 0,5 mL/dk 0.1-100 µg / mL LAM 1.36 dk LEV 0.94 dk MHD 1.68 dk	UPLC-MS/MS	Serum	(Boudriau vd., 2016)

Levetiraseta m (LEV) LAM Okskarbaze pin (OKS) HMD	C_{18} %0.1 formikasitli su: %0.1 formik asitli asetonitril (Gradient Elüsyon) 1,0 mL/dk 0,3-11µg / mL LEV:2.45 dk LAM: 3.96 dk OKS: 3.83 dk Metaboliti 3.88 dk	LC-MS/MS	Kurutulmuş Plazma	(D'Urso vd., 2019)
Levetiraseta m LAM Okskarbaze pin (OKS) MHD	C_{18} 5 mM amonyum asetat içerensu: 5 mM amonyum asetat içeren asetonitril (Gradient Elüsyon) 0,4 mL/dk 5–5000 ng/mL Lev 1.01 Lam2.91 Oks 3.76	LC-MS/MS	Plazma	(Liu vd., 2019)

Carbamazepine, carbamazepine-10,11-epoxide, S-licarbazepine, lacosamide and levetiracetam	C_{18} Su: asetonitril (Gradient Elüsyon) 1,0 mL/dk Levetirasetam için 0.8–24 mg/L 220 nm 4.0 dk	HPLC - DAD	Tükürük	(Carona vd., 2021)
Lamotrijine (LAM) Levetiracetam (LEV) Okskarbazepin (OKS) ve Topiramat.	C_{18} % 0,1 formik asit içeren su: metanol (Gradient Elüsyon) 10 µL/dk 0,2–20 µg / mL LAM 2,2 dk Oks 3.4 dk Lev 0.6 dk	UPLC-MS/MS	Plazma	(Dupouey vd., 2016)
Lamotrijine (LAM), Levetiracetam (LEV), karbamazepin,	C_{18} Su: Asetonitril (Gradient Elüsyon) 0,8 mL/dk	LC-MS/MS	Plazma	(Yin vd., 2016)

oksikarbazepin (OKS), ve diğerleri	Lamotrijine için 0,02-20 µg/mL Levetirasetam için 0,15-60 µg/mL Oks: 3.19 LEV: 1.70 LAM: 2.71			
Okskarbazepin (OKS) ve lis	RP_{18} 30 °C 5 mM formik asit içeren asetonitril: asetonitril Gradient 1 mL/dk 0.008-2.000 µg/mL Oks:5.15 dk Lis:4.46 dk	Q Orbitrap	Plazma	(Qu vd., 2019)
Levetirasetam (LEV) ve diğer ilaçlar	C_{18} 40°C Su:asetonitril(gradient) 1 mL/dk 2.5-40 µg/mL	HPLC-DAD	Plazma	(Gonçalves vd., 2018)

	220 nm LEV:3.95 dk			
Lamotrijin (LAM) Valproik asit	C_{18} 25°C 0.05 mMNaH2PO4 içeren su(pH 4.5): asetonitril (73.5-26.5) 1 mL/dk 0.5- 220 nm Belirtilmemiş	HPLC-UV	Serum	(Du vd., 2016)
Lamotrijin (LAM) ve diğer ilaçlar	C_{18} 35°C Asetonitril: metanol: trietilamin içeren su(ph6.0) 6:25:69 1 mL/dk 0.2-20 µg/mL 215 nm 2.5 dk	HPLC-DAD	HEPA RG hücreleri	(Ferreira vd., 2016)

Lamotrijin (LAM), Levetiraseta m (LEV) MHD ve diğer ilaçlar	C_{18} 45 °C 2 mM amonyum asetat içeren %0.1 formik asitli su: 2 mM amonyum asetat içeren %0.1 formik asitli methanol (gradient) Gradient akış .0.1-100 µg/mL LAM: 1.36 dk LEV: 0.94 dk OMT:1.68 dk	LC-MS/MS	Serum	(Palte vd., 2018)
Okskarbaze pin (OKS) ve diğer ilaçlar	C_{18} 10 mM potasyum dihidrojen fosfat tamponu(pH5.6): methanol (44:56) 1 mL/dk 2-2000 ng / mL 204 nm Belirtilmemiş	HPLC-DAD	Plazma İdrar BOS	(Zhang vd., 2018)

Okskarbazepin (OKS), HMD	Hydro-RP %0.1 formik asit içeren su: asetonitril: asetonitrilmetanol formik asit karışımı(50/50/0.1, *v*/*v*/*v*) gradient 0.5 mL/dk OXC 0,02 -10 µg / mL ve HOXC 0,1-50 µg / Ml Belirtilmemiş	LC-MS/MS	Plazma	(Mano, 2018)
Levetiracetam (LEV) Lamotrijin (LAM) HMD ve diğer ilaçlar	C_{18} 50°C Solvent A: 2.5mM amonyum format içeren metanol: 2,5 mM amonyum format içeren %1 metanollü su Gradient Lev: 1-100 µg / mL Lam: 0.6-60 µg / mL 2-3 dk	LC-MS/MS	Serum	(Carlow, vd., 2016)
Okskarbazepin (OKS) ve HMD	OD-H kiral faz	LC-MS/MS	Plazma	(Demir, vd., 2020)

	Hegzan: etanol: izopropil alkol 80:15:5 OKS: 2-4 µg / mL HMD:-6-20 µg / mL OKS:12 dk			
Lamotrijin (LAM) Ve diğer ilaçlar	C_{18} 40°C 5 mM amonyum asetat içeren %0.1 formik asitli su: asetonitril (gradient) 300 µL/dk LAM: 5-10 ng / mL LAM: 2.99 dk	LC-MS/MS	Plazma	(Domingues vd., 2016)

3. SONUÇ

Epilepsi, dünya genelinde milyonlarca insanı etkileyen ve yaşam kalitesini önemli ölçüde azaltabilen nörolojik bir bozukluktur. Bu kitap bölümünde, epilepside kullanılan levetirasetam, lamotrijin ve okskarbazepin gibi antiepileptik ilaçlar hakkında bilgi verildi. Bu ilaçların etki mekanizmaları, farmakolojik özellikleri ve gebelikte kullanımına dair güncel literatür bilgilerinin ışığında potansiyel risk ve faydaları vurgulandı. Özellikle gebelik döneminde antiepileptik ilaç

seçiminin hem anne hem de fetüs sağlığı açısından kritik öneme sahip olduğu belirtilmiştir.

Levetirasetam, lamotrijin ve okskarbazepin, epileptik nöbetlerin kontrolünde etkili ve genellikle iyi tolere edilen ilaçlar arasında yer almakla birlikte, gebelik döneminde kullanımları, dikkatli bir risk-yarar değerlendirmesini gerektirmektedir. Literatürde bu ilaçların gebelikteki güvenilirliğine dair artan bir bilgi birikimi bulunmakla birlikte, kesin sonuçlara ulaşılabilmesi için daha geniş ölçekli, kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca, antiepileptik ilaçların analitik yöntemlerle izlenmesi ve doz optimizasyonu, klinik etkinliklerinin artırılması ve yan etki risklerinin en aza indirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) gibi ileri düzey analitik teknikler, antiepileptik ilaçların farmakokinetik ve farmakodinamik değerlendirmelerinde güvenilir araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıdan her üç ilaç ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Sonuç olarak, epilepsinin yönetiminde kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının benimsenmesi, antiepileptik ilaç seçiminin dikkatle yapılması ve analitik yöntemlerin klinik uygulamalarda yaygınlaştırılması, hem hasta sonuçlarını iyileştirecek hem de bu alandaki bilgi birikimine katkı sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, özellikle gebelik dönemindeki tedaviler ve bu ilaçların uzun vadeli etkilerine dair bilgi eksikliğini gidermeyi hedeflemelidir.

KAYNAKÇA

Aguilera, M. M., Medall, M. D. B., Martín, T. Á., Marmaneu, Ó. P., Granell, C. L., & Piqueres, R. F. (2020). Therapeutic drug monitoring of levetiracetam in daily clinical practice: high-performance liquid chromatography versus immunoassay. European Journal of Hospital Pharmacy, 27(e1), e2-e6.

Ayyıldız, M., & Erişgin, Z. (2016). Gebelik ve Epilepsi. Düzce Tıp Fakültesi Dergisi, 18(1), 35-41.

Bharucha, N. E., Bharucha, E. P., Bharucha, A. E., Bhise, A. V., & Schoenberg, B. S. (1988). Prevalence of epilepsy in the Parsi community of Bombay. Epilepsia, 29(2), 111-115.

Brunton, L. L., Hilal-Dandan, R., & Knollmann, B. C. (2018). Goodman & Gilman's the pharmacological basis of therapeutics: McGraw-Hill Education New York.

Büyükkayhan, D. & Kurtoglu, S. (2006). Using drugs in pregnancy and Lactation Period. Turkiye Klinikleri J Pediatr Sci. 2(5), 23-35.

Boudriau, S., Hanzel, C., Massicotte, J., Sayegh, L., Wang, J., & Lefebvre, M. (2016). Randomized comparative bioavailability of a novel three-dimensional printed fast-melt formulation of levetiracetam following the administration of a single 1000-mg dose to healthy human volunteers under fasting and fed conditions. Drugs in R&D, 16(2), 229-238.

Canger, R., Battino, D., Canevini, M., Fumarola, C., Guidolin, L., Vignoli, A., . . . Granata, T. (1999). Malformations in offspring of women with epilepsy: a prospective study. Epilepsia, 40(9), 1231-1236.

Carlow, D. C., Shi, H., & Schofield, R. C. (2016). Simultaneous quantitation of lamotrigine, levetiracetam, 10-hydroxycarbazepine, topiramate, and zonisamide in serum using HPLC-MS/MS. Clinical Applications of Mass Spectrometry in Drug Analysis: Methods and Protocols, 29-37.

Carona, A., Bicker, J., Silva, R., Silva, A., Santana, I., Sales, F., Falcão, A., & Fortuna, A. (2021). HPLC method for the determination of antiepileptic drugs in human saliva and its application in therapeutic drug monitoring. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 197, 113961.

Cohen, A., Land, G., Breimer, D., Yuen, W., Winton, C., & Peck, A. (1987). Lamotrigine, a new anticonvulsant: pharmacokinetics in normal humans. Clinical Pharmacology & Therapeutics, 42(5), 535-541.

Contin, M., Mohamed, S., Albani, F., Riva, R., & Baruzzi, A. (2008). Simple and validated HPLC–UV analysis of levetiracetam in deproteinized plasma of patients with epilepsy. Journal of Chromatography B, 873(1), 129-132.

Çetin, M., Gebelikte Psikotrop İlaç Kullanımı: Bir Güncelleme. (2011). Bulletin of Clinical Psychopharmacology 21(2), 161-173.

del Rosario Brunetto, M., Contreras, Y., Delgado, Y., Gallignani, M., Estela, J. M., & Cerdà Martin, V. (2009). Development and validation of a rapid column-switching high-performance liquid chromatographic method for the determination of lamotrigine in human serum. Journal of chromatographic science, 47(6), 478-484.

Demir, M., Akarsu, E. O., Dede, H. O., Bebek, N., Yıldız, S. O., Baykan, B., & Akkan, A. G. (2020). Investigation of the

roles of new antiepileptic drugs and serum BDNF levels in efficacy and safety monitoring and quality of life: A clinical research. Current clinical pharmacology, 15(1), 49-63.

Domingues, D. S., Pinto, M. A. L., de Souza, I. D., Hallak, J. E. C., Crippa, J. A. d. S., & Queiroz, M. E. C. (2016). Determination of drugs in plasma samples by high-performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry for therapeutic drug monitoring of schizophrenic patients. Journal of Analytical Toxicology, 40(1), 28-36.

Du, Z., Jiao, Y., & Shi, L. (2016). Association of UGT2B7 and UGT1A4 polymorphisms with serum concentration of antiepileptic drugs in children. Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research, 22, 4107.

Dupouey, J., Doudka, N., Belo, S., Blin, O., & Guilhaumou, R. (2016). Simultaneous determination of four antiepileptic drugs in human plasma samples using an ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry method and its application in therapeutic drug monitoring. Biomedical Chromatography, 30(12), 2053-2060.

D'Urso, A., Cangemi, G., Barco, S., Striano, P., D'Avolio, A., & de Grazia, U. (2019). LC-MS/MS-based quantification of 9 antiepileptic drugs from a dried sample spot device. Therapeutic drug monitoring, 41(3), 331-339.

Elwes, R. D. C., & Binnie, C. D. (1996). Clinical pharmacokinetics of newer antiepileptic drugs. Clinical pharmacokinetics, 30(6), 403-415.

Emami, J., Ghassami, N., & Ahmadi, F. (2006). Development and validation of a new HPLC method for

determination of lamotrigine and related compounds in tablet formulations. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 40(4), 999-1005.

Engelbrecht, L., Grobler, C., & Rheeders, M. (2017). A simple and cost-effective HPLC-UV method for the detection of levetiracetam in plasma/serum of patients with epilepsy. Biomedical Chromatography, 31(10), e3969.

Erten, N. & Erişgin, Z. (2014). The Usage Of New Generation Antiepileptic Drugs During The Pregnancy. J. Harran Univ. Medic. Fac. 11(3), 297-303.

Ferreira, A., Rodrigues, M., Falcão, A., & Alves, G. (2016). A rapid and sensitive HPLC–DAD assay to quantify lamotrigine, phenytoin and its main metabolite in samples of cultured HepaRG cells. Journal of chromatographic science, 54(8), 1352-1358.

Fiest, K. M., Sauro, K. M., Wiebe, S., Patten, S. B., Kwon, C.-S., Dykeman, J., . . . Jetté, N. (2017). Prevalence and incidence of epilepsy: a systematic review and meta-analysis of international studies. Neurology, 88(3), 296-303.

Fisher, R. S., Acevedo, C., Arzimanoglou, A., Bogacz, A., Cross, J. H., Elger, C. E., . . . Glynn, M. (2014). ILAE official report: a practical clinical definition of epilepsy. Epilepsia, 55(4), 475-482.

Fisher, R. S., Boas, W. V. E., Blume, W., Elger, C., Genton, P., Lee, P., & Engel Jr, J. (2005). Epileptic seizures and epilepsy: definitions proposed by the International League Against Epilepsy (ILAE) and the International Bureau for Epilepsy (IBE). Epilepsia, 46(4), 470-472.

Gawale, K. & Syed, S.M. (2021). Development and validation of UV Spectroscopic and RP-HPLC method for determination of levetiracetam in bulk and combined dosage form. J. Pharmac. Applied Chem. 7(1), 23-30.

Gonçalves, J., Alves, G., Bicker, J., Falcão, A., & Fortuna, A. (2018). Development and full validation of an innovative HPLC-diode array detection technique to simultaneously quantify lacosamide, levetiracetam and zonisamide in human plasma. Bioanalysis, 10(8), 541-557.

Group, E. S. (2006). Seizure control and treatment in pregnancy: observations from the EURAP epilepsy pregnancy registry. Neurology, 66(3), 354-360.

Hampel, K. G., Garcés Sánchez, M., Gómez Ibañez, A., Palanca-Cámara, M., & Villanueva, V. (2019). Desafíos diagnósticos en epilepsia. Rev Neurol, 68(6), 255-263.

Hamdan, I. I., Alsous, M., & Masri, A. T. (2017). Chromatographic characterization and method development for determination of levetiracetam in saliva: application to correlation with plasma levels. Journal of analytical methods in chemistry, 2017.

Harby, S. A., Nassra, R. A., Mekky, J. F., Ali, S. M., & Ismail, C. A. (2020). Correlation of levetiracetam concentration in peripheral blood mononuclear cells with clinical efficacy: A sensitive monitoring biomarker in patients with epilepsy. Seizure, 78, 71-77.

Hauser, W. A., Annegers, J. F., & Kurland, L. T. (1993). Incidence of epilepsy and unprovoked seizures in Rochester, Minnesota: 1935–1984. Epilepsia, 34(3), 453-458.

Hernandez-Mitre, M.P., Medellin-Garibay, S.E., Rodriguez-Leyva, I., Rodriguez-Pinal, C.J., Zarazua, S., Jung-Cook, H.H. & et al. (2020). Determination of levetiracetam in pasma by a modified HPLC-UV method and its pharmacokinetic application. Mathews J. Pharma. Sci. 4(1), 1-7.

Holmes, L. B., & Hernandez-Diaz, S. (2012). Newer anticonvulsants: lamotrigine, topiramate and gabapentin. Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology, 94(8), 599-606.

Ibrahim, F. A., El-Yazbi, A. F., Barary, M. A., & Wagih, M. M. (2016). Sensitive inexpensive HPLC determination of four antiepileptic drugs in human plasma: application to PK studies. Bioanalysis, 8(21), 2219-2234.

Juenke, J. M., Brown, P. I., Urry, F. M., & McMillin, G. A. (2006). Drug monitoring and toxicology: a procedure for the monitoring of oxcarbazepine metabolite by HPLC-UV. Journal of chromatographic science, 44(1), 45-48.

Kalaria, S. N., Dahmane, E., Armahizer, M., McCarthy, P., & Gopalakrishnan, M. (2018). Development and validation of a HPLC-UV assay for quantification of levetiracetam concentrations in critically ill patients undergoing continuous renal replacement therapy. Biomedical Chromatography, 32(8), e4257.

Kalay, B., Pekmezekmek, A., Ün, B., Akarsakarya, Z., Özü, Ö. & Seçilmiş, A. (2023). A New Generatıon Antiepleptic Drug: Levetirasetam. Archives Medical Review Journal. 32(4), 227-236.

Kharouba, M., & Mahmoud, S. H. (2023). Development and Validation of a Simple HPLC-UV Assay Method for

Determination of Levetiracetam Concentrations in Human Plasma. Analytica, 4(1), 1-9.

Kole, P., & Parameswaran, S. (2023). Simultaneous Estimation and Validation of Four Antiepileptic Drugs from Bulk and Formulations Using Reverse Phase HPLC. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 59, e20692.

Kimiskidis, V., Spanakis, M., Niopas, I., Kazis, D., Gabrieli, C., Kanaze, F. I., & Divanoglou, D. (2007). Development and validation of a high performance liquid chromatographic method for the determination of oxcarbazepine and its main metabolites in human plasma and cerebrospinal fluid and its application to pharmacokinetic study. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 43(2), 763-768. Kharouba, M. & Mahmoud S.H. (2023). Development and validation of a simple HPLC-UV assay method for determination of levetiracetam concentrations in human plasma. Analytica 4(1), 1-9.

Kole, P. & Parameswaran, S. (2023). Simultaneous estimation and validation of four antiepileptic drugs from bulk and formulations using reverse phase HPLC. Braz. J. Pharm. Sci. 59, e20692.

Leach, J., Lauder, R., Nicolson, A., & Smith, D. (2005). Epilepsy in the UK: Misdiagnosis, mistreatment, and undertreatment?: The Wrexham area epilepsy project. Seizure, 14(7), 514-520.

Li, Z.-r., Wang, C.-y., Zhu, X., & Jiao, Z. Population Pharmacokinetics of Levetiracetam: A Systematic Review. Clinical pharmacokinetics, 1-14.

Liu, G., Slater, N., & Perkins, A. (2017). Epilepsy: treatment options. American family physician, 96(2), 87-96.

Liu, T., Kotha, R. R., Jones, J. W., Polli, J. E., & Kane, M. A. (2019). Fast liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of eight antiepileptic drugs and an active metabolite in human plasma using polarity switching and timed selected reaction monitoring. Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 176, 112816.

Lyseng-Williamson, K.A. (2011). Levetiracetam: a review of its use in epilepsy. Drugs 71, 489-514.

MacDonald, S. C., Bateman, B. T., McElrath, T. F., & Hernández-Díaz, S. (2015). Mortality and morbidity during delivery hospitalization among pregnant women with epilepsy in the United States. JAMA neurology, 72(9), 981-988.

Mansour, N.M., El-Sherbiny, D.T., Ibrahim, F.A. & El Subbagh, H., (2022). Validation of a specific Reversed-Phase HPLC method for the quantification of three racetams; Piracetam, Levetiracetam, and brivaracetam in the presence of co-administered drugs in their pharmaceuticals; greenness assessment and application to biological fluid and in-vitro dissolution testing. Microch. J. 181, 107703.

Mano, Y. (2018). LC–MS-MS Determination of Oxcarbazepine and an Active Metabolite in Human Plasma for Clinical Application. Journal of chromatographic science, 56(8), 687-694.

Martens-Lobenhoffer, J., & Bode-Böger, S. M. (2005). Determination of levetiracetam in human plasma with minimal sample pretreatment. Journal of Chromatography B, 819(1), 197-200.

May, T. W., Korn-Merker, E., & Rambeck, B. (2003). Clinical pharmacokinetics of oxcarbazepine. Clinical pharmacokinetics, 42(12), 1023-1042.

Meinardi, H., Scott, R.A., Reis, R., Sander, J.W., & IlAE Commission on the Developing World. (2001). The treatment gap in epilepsy: the current situation and ways forward. Epilepsia, 42(1), 136-149.

Meyer, A.-C., Dua, T., Ma, J., Saxena, S., & Birbeck, G. (2010). Global disparities in the epilepsy treatment gap: a systematic review. Bulletin of the World Health Organization, 88, 260-266.

Milosheska, D. & Roškar, R. (2023). Simple HPLC-UV method for therapeutic drug monitoring of 12 antiepileptic drugs and their main metabolites in human plasma. Molecules, 2023. 28(23): p. 7830.

Mohamed, F. A., Ali, M. F., Rageh, A. H., & Mostafa, A. M. (2019). Highly sensitive UHPLC–DAD method for simultaneous determination of two synergistically acting antiepileptic drugs; levetiracetam and lacosamide: Application to pharmaceutical tablets and human urine. Biomedical Chromatography, 33(9), e4554.

Moore, J. L., & Aggarwal, P. (2012). Lamotrigine use in pregnancy. Expert opinion on pharmacotherapy, 13(8), 1213-1216.

Morrow, J., Russell, A., Guthrie, E., Parsons, L., Robertson, I., Waddell, R., . . . Craig, J. (2006). Malformation risks of antiepileptic drugs in pregnancy: a prospective study from the UK Epilepsy and Pregnancy Register. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, 77(2), 193-198.

Özkan, E. (2021). Pregnancy and Nursing Care for Women with Epilepsy. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi 6(1), 83-89.

Palagani, V.R., Anuradha, A.V., Ramachandran, P.D. & Chava, V.N.R. (2023). Stability Indicating RP-HPLC Method for Quantitative Estimation of Levetiracetam and its Impurities in Pharmaceutical Dosage Form. Int. J. Pharm. Investig. 13(2), 1-11.

Palte, M. J., Basu, S. S., Dahlin, J. L., Gencheva, R., Mason, D., Jarolim, P., & Petrides, A. K. (2018). Development and validation of a U-HPLC-MS/MS method for the concurrent measurement of gabapentin, lamotrigine, levetiracetam, monohydroxy derivative (MHD) of oxcarbazepine, and zonisamide concentrations in serum in a clinical setting. Therapeutic drug monitoring, 40(4), 469.

Pimpale, A., Pagare, R.V. & Phadtare, D. 2021. A Combine Spectrophotometric and chromatographic method development and validation of levetiracetam bulk and tablet dosage form. Asian J. Pharm. Res. Develop. 9(5), 40-49.

Puranik, M.P., Mahapatra, D.K. & Soni, M.A. (2021). Analytical quality-by-design (AQBD) approach for the development and validation of RP-HPLC method for the estimation of lamotrigine in bulk and tablet formulation. J. Med. Pharm. Allied Sci. 10, 3591-3596.

Qu, L., Pan, L., Wang, L., Liu, C., Tian, Y., & Hao, Z. (2019). Development of an online solid-phase extraction-liquid chromatography-mass spectrometric analysis of oxcarbazepine and its active metabolite licarbazepine from plasma with a direct injection step. Journal of Chromatography B, 1125, 121710.

Rao, P.V., Anuradha, V., Ramachandran, D. & Rao, C.V.N. (2023). Stability Indicating RP-HPLC Method for Quantitative Estimation of Levetiracetam and Its Impurities in Pharmaceutical Dosage Form. Int. J. Pharm. Invest. 13(2), 279-289.

Sabença, R., Bicker, J., Silva, R., Carona, A., Silva, A., Santana, I., & et al. (2021). Development and application of an HPLC-DAD technique for human plasma concentration monitoring of perampanel and lamotrigine in drug-resistant epileptic patients. J. Chromatogr. B 1162, 122491.

Sankar, A.S. & SrinivasaRao (2022). Analytical method validation for the determination of assay of levetiracetam in levetiracetam injection formulation by HPLC. J. Posit. School Psychol. 6(2), 545-558.

Shahdousti, P., Aghamohammadi, M., Fallahi, E., & Kalhor, H. (2020). Simultaneous determination of lamotrigine and carbamazepine in plasma using ultrasound-assisted emulsification Microextraction-high performance liquid chromatography. Journal of analytical chemistry, 75(5), 622-628.

Sonawane, S.S., Chhajed, S.S., Jadhav, D.R., Thombre, N.A. & Kshirsagar S.J. (2020). Development and validation of stability-indicating HPLC method for the quantification of Levetiracetam in bulk and oral solution: Application to chemical kinetics. Pharm. Chem. J. 54(8), 870-876.

T.C. Saglık Bakanlığı, (2016a). Türk Farmakopesi II (Vol. 3).

T.C. Saglık Bakanlığı, (2016b). Türk Farmakopesi II.

T.C. Saglık Bakanlığı, (2016). Türk Farmakopesi II.

Preuss, C. V., Randhawa, G., Wy, T. J. P., & Saadabadi, A. (2020). Oxcarbazepine. StatPearls [Internet].

Randa Hilal-Dandan, Brunton, L. L. (2014). Goodman and Gilman's Manual of Pharmacology and Therapeutics, 2e. Chapter 21: Pharmacotherapy of Epilepsies. McGraw Hill Professional

St Louis, E. K., Rosenfeld, W. E., & Bramley, T. (2009). Antiepileptic drug monotherapy: the initial approach in epilepsy management. Current neuropharmacology, 7(2), 77-82.

Ulusoy, S., Ulusoy, H,I., Locatelli, M. & Kabir, A. (2024). Titania-based fabric phase sorptive extraction approach for the determination of antiepileptic drugs, levetiracetam and lamotrigine in urine samples using high-performance liquid chromatography-photo diode array detection. J. Chromatogr. A 1719, 464737.

Vajda, F. J., Hitchcock, A., Graham, J., O'Brien, T., Lander, C., & Eadie, M. (2008). Seizure control in antiepileptic drug-treated pregnancy. Epilepsia, 49(1), 172-176.

Villanueva, V., Sanchez-Alvarez, J., Pena, P., Salas-Puig, J., Caballero-Martinez, F., & Gil-Nagel, A. (2010). Treatment initiation in epilepsy: an expert consensus in Spain. Epilepsy & Behavior, 19(3), 332-342.

Wang, L., Xie, M., Li, Y., Zhang, S., Qiang, W., & Cheng, Z. (2016). An effective and economical method for the storage of plasma samples using a novel freeze-drying device. Analytica chimica acta, 938, 82-89.

World Health Organization. (2024, February 7). Epilepsy. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy. Accessed November 23, 2024.

World Health Organization. Epilepsy. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/epilepsy. Accessed November 25, 2024.

Yin, L., Wang, T., Shi, M., Zhang, Y., Zhao, X., Yang, Y., & Gu, J. (2016). Simultaneous determination of ten antiepileptic drugs in human plasma by liquid chromatography and tandem mass spectrometry with positive/negative ion-switching electrospray ionization and its application in therapeutic drug monitoring. Journal of Separation Science, 39(5), 964-972.

Zhang, R., Wang, S., Yang, Y., Deng, Y., Li, D., Su, P., & Yang, Y. (2018). Modification of polydopamine-coated Fe 3 O 4 nanoparticles with multi-walled carbon nanotubes for magnetic-μ-dispersive solid-phase extraction of antiepileptic drugs in biological matrices. Analytical and bioanalytical chemistry, 410, 3779-3788.

SABİT ORTODONTİK TEDAVİLERDE İATROJENİK REAKSİYONLAR

Ebru KÜÇÜKKARACA[20]

1. GİRİŞ

Ortodontide sabit aygıtlarla, periodonsiyumda gingivitisden kemik kaybına, kök rezorbsiyonundan, alerjilere kadar uzanan çeşitli reaksiyonlar görülebilmektedir. Tedavi sırasında veya sonrasında ortaya çıkabilecek bu reaksiyonlar, uygulanan tedavi mekaniklerine, süresine, tipine bağlı olmakla birlikte kişisel biyolojik cevabın farklılıklarından da etkilenmektedir. Bu bölümde sabit ortodontik tedavi sırasında ya da sonrasında karşılaşılabilecek iatrojenik reaksiyonlar ve alınabilecek önlemlerden bahsedilmiştir.

[20] Doç.Dr. Ebru Küçükkaraca, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti AD., e-mail: ebrukucukkaraca@aybu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6832-0567

2. SABİT ORTODONTİK TEDAVİDE İATROJENİLER

2.1. Periodontal Problemler ve Yumuşak Doku Yaralanmaları

Ortodontik bandlar ve braketler gibi ataşmanların gingival sulkusa yakınlığı ve dental plak akümülasyonuna neden olması lokal yumuşak dokularda ve dişetinde enfeksiyon kanama gibi bazı reaksiyonlara yol açar. Aynı zamanda ortodontik tedavinin gingivitis, diş eti büyümesi ve diş eti çekilmesi gibi periodontal hastalıklara yol açtığı da bilinmektedir (Krishnan ve Davidovitch, 2006).

Ortodontik tedavi sırasında kullanılan teller, braketler ve elastiklerin mikrobiyal plak için retantif bölge oluşturmalarının yanısıra tedavi sırasında bunların kopması, batması ya da yumuşak dokulara baskı yapması sonucu sıklıkla doku yaralanmalarına da neden olabilmektedir (Graber vd., 2017).

2.2. Pulpa Enfeksiyonu

Sabit ortodontik tedavilerde uygulanan kuvvet nedeniyle tedavi başlangıcında pulpada minimal geçici bir inflamatuar yanıt oluşabilmektedir. Bu durum hastaların tedavide ilk birkaç gün boyunca yaşadığı hafif pulpitis kaynaklı olan geçici bir rahatsızlıktır (Proffit vd., 2019). Ortodontik kuvvet uygulandıktan üç gün sonra pulpa damarlarında dilatasyon ve inflamasyonun dereceleri açısından intruziv ve extruziv ortodontik kuvvetlerin aynı etkiyi oluşturduğu bildirilmiştir (Ramazanzadeh vd., 2009).

Sabit ortodontik tedavi sırasında diş, ağır ve sürekli bir kuvvete maruz kalırsa pulpada vitalite kaybı veya çevre dokularda bazı değişimlere yol açabilmektedir. Endodontik

tedavi, travmaya uğrayan dişlerde bazen ortodontiden önce veya ortodontik tedaviden sonra gerekli olabilmektedir. Pulpa tedavisinden hemen sonra ortodontiye devam etmek için herhangi bir kontrendikasyon yoktur ve bu vakalarda ciddi kök rezorpsiyonu beklenmez (Proffit vd., 2019). Ancak şiddetli intrüziv travma geçirmiş bir dişin ortodontik hareketi tamamlanana kadar endodontik tedavisi kalsiyum hidroksit ile yapılıp hareket bittiğinde nihai kanal dolgusunun yapılması kök rezorbsiyonu açısından daha uygun bulunmuştur (Brudvik ve Rygh, 1995).

2.3. Kök Rezorbsiyonu

Apikal kök rezorbsiyonu, ortodontik tedavi sırasında oluşan mekanik stresin periapikal dokuların direnç ve tamir kapasitesinin üzerine çıkması durumunda sementte ya da dentinde gerçekleşen hasar nedeniyle apikal bölgede görülen kısalmadır (Brezniak ve Wasserstein, 2002; Brudvik ve Rygh, 1993).

Sabit ortodontik tedavinin şekli ve süresinin, çekimli olup olmadığının ve anterior dişlere uygulanan tork miktarı gibi faktörlerin kök rezorpsiyonu üzerinde etkisi olduğu kabul edilmektedir (Graber vd., 2017; Proffit vd., 2019).

Winter ve arkadaşları, intruzyon kuvveti uygulanan premolar dişlerin kök yüzeylerindeki rezorbe alanların, kuvvet ortadan kalktıktan 5 hafta sonra %50'sinin,10 hafta sonra %90'ının kendi kendini tamir etmeye başladığını bildirmiştir. Rezorbe olan kısımların tamirinin hareketin aktif olduğu zamanlarda bile başlamış olduğunu, bazı dişlerde ise ortodontik kuvvetin kaldırılmasından sonra da rezorbsiyonun devam ettiğini bildirmişlerdir (Winter, 2009). Owman-Moll ve ark. devamlı ve kesikli kuvvetler uygulandığında kök rezorpsiyonu ile ilgili

alanların sayısı veya şiddetiyle ilgili bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Owman-Moll vd., 1995).

2.4. Mobilite ve Ağrı

Ortodontik tedaviye cevap olarak mobilitede orta derecede bir artış genellikle beklenen bir durumdur. Ancak daha ağır kuvvetler uygulandığında indirekt rezorbsiyon miktarında artışla birlikte mobilitede de artış gözlenecektir. Ortodontik tedavi sırasında bir diş aşırı mobil hale gelirse, oklüzyondan çıkarılmalı ve mobilite orta seviyeye inene kadar tüm kuvvet kesilmelidir. Kök rezorpsiyonunun aksine, aşırı mobilite genellikle kalıcı hasar olmadan kendiliğinden düzelecektir (Proffit vd., 2019).

Diş hareketleriyle birlikte görülen enflamasyon periyodu, özellikle ortodontik apareyin aktivasyonundan sonra ağrı hissedilmesine neden olabilir. Bir dişe kuvvet uygulandığında genellikle ilk 4-24 saat arasında ağrı yoğunluğunda bir artış gözlenir ve daha sonraki 7 gün süresince ise normal seviyesine dönmektedir. Kuvvet uygulandıktan 24 saat sonra, c-fos (nociceptive bilginin geçişini sağlayan immunoreaktif nöronlar) ipsilateral olarak trigeminal subnucleus caudalisde ve bilateral olark lateral parabranchial nucleusda tespit edilmiştir. Bu da diş hareketlerinin nociceptive iletiminin beynin farklı bölgelerinde düzenlendiğini göstermektedir. Sonuçta bu stimuluslar endojen ağrı kontrol sistemini aktive etmektedir (Roberts vd., 2004).

Ağrıyı kontrol etmek için kullanılan birçok ilaç, prostaglandinler üzerindeki etkileri nedeniyle diş hareketini etkileme potansiyeline sahiptir. Ağrı için kullanılan bu ilaçlardan özellikle Nonsteroidal antienflamatuar ilaçlar enflamasyonu ve prostaglandinleri baskılayıp diş hareketini yavaşlatabilmektedir (Graber vd., 2017).

2.5. Beyaz Nokta (White Spot) Lezyonlar

Sabit ortodontik tedavinin etkisi ile braketler etrafında oluşan ve temizlenmesi oldukça zor olan mikrobiyal dental plak florasında, S. Mutans ve Lactobasillus gibi asidojenik bakterilerin artmasıyla oldukça düşük pH değerleri ölçülmüştür. Bu pH değerleri remineralizasyon için gereken eşik değerin altına düştüğünde demineralizasyon meydana gelmektedir (Chang, 1999).

Başlangıçta oluşan mine demineralizasyonu, klinik olarak beyaz nokta lezyonları şeklinde görülmektedir. Bu beyaz görüntü, minenin yüzeyinde veya yüzeyin altında mineral kaybı sonucu oluşan optik bir olaydır. Minede mineral kaybı sonucunda, yüzey düzensizliği ve parlaklığının kaybolması ile mine opasitesi artar (Bishara ve Ostby, 2008).

Sabit ortodontik tedavi sonrası görülen beyaz nokta lezyonlarının prevalansı literatürde %2-96 arasında oldukça geniş varyasyonlar gösterebilmektedir. Yapılan çalışmalarda beyaz nokta lezyonların en sık üst keserler, molar ve kanin kronlarının servikal bölgelerinde ve 1/3 orta üçlüsünde oluştuğu bildirilmiştir (Gorelick vd.,1982; Ogaard, 1989; van der Veen vd., 2007).

Beyaz nokta lezyonlardan korunmak için en önemli yol mineden mineral kaybıyla oluşan demineralizasyonun engellenmesi ve remineralizasyon mekanizmasının yeniden kazandırılmasıdır. Demineralizasyonu önlemek için aşağıdaki yöntemler uygulanabilmektedir:

1. Mekanik ya da kimyasal metodlarla asidojenik plak miktarının azaltılması,

2. Fermente karbonhidrat tüketiminin azaltılması,

3. Mine yüzeyine rezin sealant uygulanması.

Remineralizasyonu arttırmak için ise florlu ve antimikrobiyal diş macunları, ağız gargaraları, vernikler ve bonding materyallerinin kullanımı, dietle kalsiyum fosfat alımının arttırılması, tükrük akışının ve pH'ının artması gibi yöntemler uygulanabilmektedir (Benkaddour vd., 2014; Featherstone, 1999; Featherstone 2009).

2.6. Temporomandibular Eklem Bozuklukları

Stomatognatik sistemde; dişler, temporomandibular eklem (TME) ve çiğneme kasları denge içerisinde fonksiyon görmektedirler. Oklüzyon-temporomandibular eklem-çiğneme kasları arasında bir uyumsuzluk olduğunda; kondilde yapısal değişiklikler, oklüzal bozukluklar, kaslardaki gerginlik ve bunların yarattığı yüklerden dolayı eklemdeki internal bozukluklar ve benzeri semptomlar ile kendini gösterir. Bu semptomlar bireylerde gözlenebilir bir rahatsızlık vermeyebilir veya yeni oluşmuş morfolojik form ile fonksiyon arasındaki denge oluşumu sırasında stabilitenin bozulması ile bir uyumsuzluk sinyali verebilir. Bu nedenle ortodontik tedavi planlamaları yapılırken kraniyomandibular sistemin fonksiyonu ve bu fonksiyondaki etkenler göz önüne alınmalıdır (Darendeliler,1999).

TME ve oklüzyon arasındaki ilişki uzun süredir tartışılan ve hala tam olarak da netlik kazanmamış önemli bir konudur. TME'deki dejeneratif değişikliklerin oklüzyonda bozukluklara neden olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuş

olsa da temporomandibular eklem problemleri mi maloklüzyona, yoksa maloklüzyon mu temporomandibular eklem problemlerine yol açmaktadır bir fikir birliği yoktur. Yapılan bir araştırmada kliking ve ağrı semptomlarının kraniofasial formla ilişkisi bulunamamıştır (Dibbets, 1996). Bonjardim ve arkadaşları da yaptığı çalışmada morfolojik maloklüzyonla TME rahatsızlığı semptomlarının arasında bir ilişki olmadığını belirtmiştir (Bonjardim vd., 2009).

Sonnesen ve ark yaptığı çalışmada ortodontik tedavi için seçilen bireylerdeki TME rahatsızlıklarının belirti ve semptomlarını incelemiştir. 7-13 yaş arası 104 bireyin %72 Cl II malokluzyona, %3'i ise derin örtülü kapanışa sahiptir. Çalışma sonucunda Cl II malokluzyonların TME rahatsızlıkları ile ilişkisi anlamlı bulunurken, malokluzyonların TME rahatsızlıkları için ciddi risk faktörü olduğu belirtilmiştir (Sonnesen vd., 1998).

Deep-bite'a sahip bireylerde gece ve gündüz diş sıkma, eklem yorgunluğu, kulakta çınlama, baş ağrısı, kas rahatsızlıkları, disk deplasmanı ve diğer TME rahatsızlıkları açısından önemli düzeyde farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Özellikle üst keser retruzyonuna sahip deep-bite olgularının TME rahatsızlıkları için bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir (Sonnesen ve Svensson, 2008).

Derin örtülü kapanış ve temporomandibular eklem rahatsızlıkları arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Demischvd.,1992; Gianelly, 1989). Araştırmacılar, TME rahatsızlıklarında derin örtülü kapanışın risk faktörü olduğunu, derin örtülü kapanışın posterior kondil displasmanı, temporomandibular eklemde click sesi ve ağrı şikâyetleri oluşturması nedeniyle TME rahatsızlığı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Mandibula posteriora doğru harekete

zorlandığında kondilde de distal yönde kuvvetler oluşacak ve bu da TME problemlerine neden olacaktır (Wyatt, 1987).

Hellsing yaptığı çalışmada artmış overbite (>5 mm) ve kraniyomandibular rahatsızlığı olan sahip hastalarda sabit maksillar bite-plate uygulamasının artmış overbite ve kraniyomandibular rahatsızlıklara etkisini incelemiştir. Çalışmaya göre, örtülü kapanışın azaltılması ile semptomlarda iyileşme olduğunu rapor edilmiş ve semptomların kaynağının derin örtülü kapanış olabileceği belirtilmiştir (Hellsing, 1990).

Henrikson ve ark., sınıf II malokluzyona sahip tedavi görmüş ve görmemiş hastaları karşılaştırılmıştır. Bu bireylerde TME rahatsızlığı semptom ve belirtileri incelenmiştir. Araştırmada sonuç olarak, ortodontik tedaviler, çekim olsun olmasın, TME rahatsızlığının tedavi öncesi semptomlarını ve belirtilerini artırmamış ya da kötüleştirmemiştir (Henrikson ve Nilmer, 2003).

2.7. Alerjik Reaksiyonlar

Ortodontik tedavi sırasında gelişebilecek alerjik reaksiyonlar genellikle iki sebeple gerçekleşmektedir. Bunlar eldiven veya lastiklerdeki latekse karşı gelişen reaksiyonlar ve paslanmaz çelik bantlar, braketler ve tellerdeki nikele karşı gelişen reaksiyonlardır. Lateks alerjisi olduğunu bildiren hastalarda lateks ürünleri kullanmaktan kaçınmak için son derece dikkatli olunmalıdır (Proffit vd.,2019).

Nikel alerjik bir maddedir ve nikel alerjisi toplumda oldukça sık görülmektedir. Ortodontide kullanılan paslanmaz çelik apareyler yaklaşık %8 nikel içermektedir. Ortodontik bir hastada nikel alerjisinin tipik semptomları, paslanmaz çelik bir aparey yerleştirildikten 1-2 gün sonra gelişen, ağız dokularındaki yaygın eritem ve şişliktir. Bu tür hastalar için, paslanmaz çelik

yerine titanyum braketler ve tüpler kullanılabilirken nikel-titanyum (NiTi) veya çelik teller yerine de beta-titanyum ark telleri kullanılabilmektedir (Pazzini, 2016).

3. SONUÇ

Ortodontik tedavi bazen yıllar sürebilen uzun bir prosedürdür. Genellikle tedavide uygulanan mekanik prensipler ve paradental dokuların cevabı ortodontik uygulamanın başarısını da belirleyebilmektedir. Ancak aynı mekanik uygulamalar, her kişide aynı biyolojik cevapları oluşturmayabilir. Çünkü genetik, yaş, hormonlar, hastalıklar, uygulanan kuvvetlerin şiddeti, yönü, süresi, tipi gibi oldukça çeşitli faktörler etkili olabilmektedir. Ancak günümüzde halen biyolojik cevabı oluşturan olaylar tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Bu yüzden ortodontik tedavilerde iatrojenik reaksiyon oluşturabilecek durumlar göz önünde bulundurulup tedavi boyunca gerekli önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Benkaddour, A., Bahije, L., Bahoum, A., Zaoui, F. (2014). Orthodontics and enamel demineralization: clinical study of risk factors. *Int Orthod.*,12,458–466.

Bishara, S.E., Ostby, A.W. (2008). White spot lesions: Formation, Prevention, and Treatment *Semin Orthod.,*14,174-182.

Bonjardim, L.R., Lopes-Filho, R.J., Amado, G., Albuquerque, R.L., Gonçalves, S.R. (2009). Association between symptoms of temporomandibular disorders and gender, morphological occlusion, and psychological factors in a group of university students. *Indıan J Dent Res.,* 20,190-94.

Brezniak, N. and Wasserstein, A. (2002). Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *Angle Orthod*., 72,175-179.

Brudvik, P. and Rygh, P. (1993). The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. *Eur J Orthod*.,15,249-263.

Brudvik, P., Rygh, P. (1995). Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. *Eur J Orthod.,* 17,177–188.

Chang, H.S. (1999). The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity and levels of mutans streptococci and lactobacilli. *Aust J Orthod*. 15,229-34.

Darendeliler, N. (1999). Kraniyomandibular Sistemde Oklüzyon, Temporomandibular Eklem Çiğneme Kas İlişkisi", *Türk Ortod Derg.,* 12,52-59.

Demisch, A., Ingervall, B., Thüer, U. (1992). Mandibular displacement in angle class II, division 2 malocclusion. *American Journal of Orthodontics.,*102,509-18.

Dibbets, J.M.H., Weele, L.Th. (1996). Signs and symptoms of temporomandibular disorder and craniofacial form. *Am J Orthop Dentofac*., 110,73-78.

Featherstone, JD. (2009). Remineralization, the natural caries repair process—the need for new approaches. *Adv Dent Res.,* 21,4–7.

Featherstone, JD. (1999). Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.,* 27,31–40.

Gianelly, A. (1989). Condylar position and Class II deep-bite, nooverjet malocclusion. American Journal of Orthodontics., 96(5),428-32.

Gorelick, L., Geiger, A.M., Gwinnet, A.J. (1982). Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod.,* 81,93-98.

Graber, L.W., Vanarsdall, R.L., Vig, K.W.L., Huang, G.J. (2017). Orthodontics: Current Principles and Techniques, Sixth Edition, *Elsevier Mosby*, St. Louis.

Hellsing, E. (1990). Increased overbite and craniomandibular disorders--a clinical approach. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.,* 98(6),516-22.

Henrikson, T., Nilmer, M. (2003). Temporomandibular disorders, occlusion and orthodontic treatment. *Journal of Orthodontics,* 30,129-37.

Krishnan, V., Davidovitch, Z. (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force, *AJODO*, 129,469e.1-460e.32.

Ogaard, B. (1989). Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*., 96,423–427.

Owman-Moll, P., Kurol, J., Lundgren, D. (1995). Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod. 65(6),395-401; discussion 401-2.*

Pazzini, C.A., Pereira, L.J., Marques, L.S., Ramos-Jorge, J., Aparecida da Silva, T., Paiva, S.M. (2016). Nickel-free vs conventional braces for patients allergic to nickel: gingival and blood parameters during and after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.,*150,1014–1019.

Proffit, W.R., Fields, H.W., Larson, B.E., Sarver, D.M. (2019). Contemporary Orthodontics. Sixth Edition, *Elsevier Mosby*, Philadelphia.

Ramazanzadeh,B.,A.,Sahhafian,A.A,Mohtasham,N.,Hassanzade h,N.,Jahanbin,A.,Shakeri,M.T. (2009). Histolojical changes in human dental pulp following application of intruzive and extruzive orthodontic forces. *Journal of Oral Science*,Vol.51,No.1,109-115.

Roberts, W.E., Huja, S., Roberts,J.A. (2004). Bone modelling-biomechanics, molecular mechanism and clinical perspectives. *Semin Orthod*, 10,123-61.

Sonnesen L., Svensson P. (2008). Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with with a deep bite. *Eur J Orthod.,* 30,621-29.

Sonnesen, L., Bakke, M., Solow, B. (1998). Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibulaer disorders in children with severe malocclusion. *Eur J Orthod*. 20,543-59.

van der Veen, M.H., Mattousch, T., Boersma, J.G. (2007). Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.,* 131,223–228.

Winter, B.,U., Stenvik,A., Vandevska-Radunovic. (2009). Dynamics of orthodontic root resorption and rapair in human premolars:a light microscopy study, *Europan Journal of Orthodontics*, 31,346-351.

Wyatt, W.E. (1987). Preventing adverse effects on the temporomandibular joint through orthodontic treatment. *Am J Dentofac Orthop.,* 91,493-99.

SAĞLIK BİLİMLERİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com