

SAĞLIK BİLİMLERİNDE

GÜNCEL ARAŞTIRMALAR - I

MART 2023

Editörler

Prof. Dr. Hasan AKGÜL

Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU

Doç.Dr. Sibel KARACA SİVRİKAYA

gece
kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Editors • Prof. Dr. Hasan AKGÜL
Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU
Doç. Dr. Sibel KARACA SİVRİKAYA
Birinci Basım / First Edition • © Mart 2023
ISBN • 978-625-430-705-8

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı.

Citation can not be shown without the source, reproduced in any way
without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR

Telefon / Phone: +90 312 384 80 40

web: www.gecekitapligi.com

e-mail: gecekitapligi@gmail.com



Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

Sağlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar-I

Mart 2023

Editörler

Prof. Dr. Hasan AKGÜL
Prof. Dr. Zeliha SELAMOĞLU
Doç.Dr. Sibel KARACA SİVRİKAYA

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

İLACA BAĞLI GELİŞEN OSTEONEKROZ HASTALARINDA RADYOLOJİK OLARAK
NELER BEKLERİZ?

Gonca DUYGU.....1

Bölüm 2

DİŞ HEKİMLİĞİNDE BİYOAKTİF MATERYALLER

Muhammet FİDAN, İbrahim Erhan GELGÖR 19

Bölüm 3

YOKSULLUK VE SAĞLIĞA ETKİLERİ

Semra KOCATAŞ, Sedanur ÜNLÜ33

Bölüm 4

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Burcu USLU, Tülay SAĞKAL MİDİLLİ55

Bölüm 5

ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİNDE DENTAL TRAVMA SONRASI ANKİLOZ VE
DEKORONASYON

Elif Sevde KARAEVREN73

Bölüm 6

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA YAPILAN EPİGENETİK ÇALIŞMALAR

Gonca SÖNMEZ, Şeref İNAL89

Bölüm 7

Dikkat Eksikliği/ Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) ve Beslenme

İbrahim Hakkı ÇAĞIRAN 107

Bölüm 8

DOĞAL AFETLER SONRASI BULAŞICI HASTALIKLARIN KONTROLÜNDE HALK
SAĞLIĞI MÜDAHALELERİ

Evrin ÇELEBİ 123

Bölüm 9

ENDODONTİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARINDA GÜNCEL İRRİGASYON
AKTİVASYON YÖNTEMLERİ

Recai ZAN, Fatoş ALBAYRAK 149

Bölüm 10

DİŞ HEKİMLİĞİNDE İNTRAORAL TARAYICILAR

Hilal ŞİRİNER GÜMÜŞ 171

Bölüm 11

KORUYUCU DİŞ HEKİMLİĞİNDE PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

İsmail Sefa ÇAKIR, Ebru HAZAR BODRUMLU 185

Bölüm 12

FERMENTE SUCUKLARDA KULLANILAN STARTER KÜLTÜRLER

Pelin DEMİR, Ali ARSLAN 205

Bölüm 13

Konuşma Sesi Bozuklukları (Tanısal Özellikler, Değerlendirme ve Terapi)

İbrahim Can YAŞA, Selin TOKALAK 227

Bölüm 14

EMBRİYODAN ERİŞKİNE ERKEK ÜREME HÜCRELERİ

Gülnaz KERVANCIOĞLU 253

Bölüm 15

ÇENELERDE GÖRÜLEN FİBROOSSEUZ LEZYONLAR

Zeynep Betül ARSLAN 271

Bölüm 1

İLACA BAĞLI GELİŞEN OSTEONEKROZ
HASTALARINDA RADYOLOJİK OLARAK
NELER BEKLERİZ?

Gonca DUYGU¹

¹ Doçent Doktor, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Or-
cid ID: 0000-0002-5564-5776, gduygu@nku.edu.tr

GİRİŞ:

Bisfosfonatlar (BP'ler), kanser ile ilişkili durumların kontrolünde etkili olan antirezortif ilaçlardır. Bu durumlar ise şöyle tanımlanabilir; maligniteye bağlı gelişen hiperkalsemi, omurilik sıkışması ve solid tümörler (prostat, meme kanseri gibi), kemik metastazları ile ilişkili patolojik kırıklar (iskeletle ilgili olaylar) ve multipl myelomdur. (Saad, vd., 2002, Saad, vd., 2012, Rosen, vd., 2003, Hortobagyi, vd., 1996, Hortobagyi, vd., 1998, Berenson, vd., 1996, Berenson, vd., 1998, Berenson, vd., 2002, Stopeck, vd., 2020). BP'ler ayrıca osteoporoz ve osteopeni hastalarında osteoporozla ilişkili kırıkların önlenmesi için de kullanılır (Demas, 2005, Watts, 2003, Gossiel, vd., 2020). Osteoporozu olan hastalarda vertebral ve vertebral olmayan kırıklarda önemli azalmaya neden olabildikleri bildirilmektedir (Black, vd., 1996, Black, vd., 2007, Nakamura, vd., 2017, Cranney, vd., 2002). BP tedavisi aynı zamanda Paget hastalığı ve osteogenezis imperfekta gibi diğer metabolik kemik hastalıkları için de endikedir (Delmas & Meunier, 1997, Letocha, vd., 2005, Florenzano, vd., 2019).

Oral olarak uygulanan BP'ler; - alendronat (Fosamax), risedronat (Actonel)

Parenteral olarak uygulanan BP'ler; zoledronik asit (Reclast) ve ibandronat (Boniva)

Nükleer faktör kappa-B ligandının (RANK-L) bir reseptör aktivatörü olan Denosumab (Dmab), RANK-L'ye karşı tamamen hümanize bir anti-kor olarak var olan ve osteoklast fonksiyonunu ve ilişkili kemik rezorpsiyonunu inhibe eden bir antirezortif ajandır. Dmab (Prolia) altı ayda bir subkutan olarak uygulandığında, osteoporozlu hastalarda vertebral, vertebral olmayan ve kalça kırıkları riskinde önemli bir azalmanın olduğu belirtilmektedir (Cummings, vd., 2009, Papapoulos, vd., 2012, Kanis, vd., 2021, Miller, vd., 2020). Dmab (Xgeva) aylık olarak uygulandığı zaman, solid tümörlerin kemik metastazları ile ilişkili iskeletsel belirtilerde azaltmada etkilidir (Terpos, vd., 2021, Fizazi, vd., 2011, Stopeck, vd., 2010). RANK-L inhibitörlerinin ayrıca kemiğin dev hücreli tümörlerinde ve fibröz displazide tedavi etkinliği kanıtlanmıştır (Chawla, vd., 2013, Bredell, vd., 2018, Boyce, 2017, de Castro, vd., 2019, Palmisano, vd., 2019). BP'lerin aksine, RANK-L inhibitörleri kemiğe bağlanmaz ve bunların kemiğin yeniden şekillenmesi üzerindeki etkileri çoğunlukla tedavinin kesilmesinden sonraki altı ay içinde azalır.

Romozumab, osteoporotik kadınlarda kırığın önlenmesinde kullanılan yeni bir monoklonal antikordur. Subkutan olarak uygulanan Romozumab, sklerostine bağlanarak ve onu inhibe ederek Wnt yolu aracılığıyla çalışır, bu da kemik oluşumunun artmasına ve kemik erimesinin azalmasına neden olur (Saag, vd., 2017).

2003 yılında Marx ve ark. BP'ye bağlı çene kemiği nekrozunu tanımlamış, sonrasında dünya genelinde benzer vakalar bildirilmiş ve bu durum farklı isimlerle adlandırılmıştır (Marx & Stern, 2003). BP'ye bağlı çene kemiği osteonekrozu (BRONJ), denosumaba (Dmab) bağlı çene kemiği osteonekrozu (DRONJ), antirezortif ilaçlara bağlı çene kemiği osteonekrozu (ARONJ) ve ilaçlara bağlı çene kemiği osteonekrozu (MRONJ) şeklinde terminolojide yerini almıştır. Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Cerrahlar Birliği'nin (AAOMS) 2022 yılında yayınladığı görüş bildirgesine göre; MRONJ, diğer osteonekroz durumlarından ayırt edilmeli, öykü ve klinik muayene ile tanımlanmalıdır. Klinik kriterler olarak;

a.Halen devam eden veya geçmişte antirezortif ilaç ve/veya immün modülatör ve/veya antianjiyojenik ilaç kullanımı

b.Sekiz haftadan fazla süredir devam eden açığa çıkmış kemik veya maksillofasiyal bölgede intraoral veya ekstraoral fistül varlığı

c.Baş boyun bölgesinde radyoterapi veya metastatik hastalık öyküsünün olmaması şeklinde tanımlanmıştır (Ruggiero, vd., 2022).

MRONJ'da kemik ekspozu ve enfeksiyon tarafından belirlenen MRONJ evresi son derece önemlidir. AAOMS 2022 yılında da aynı olan MRONJ sınıflandırması ve evrelemesi için bir sistem önermiş ve daha sonra genel olarak AAOMS sistemi kullanılmaya başlanmıştır (Tablo 1). Tablo 1' de görüldüğü gibi kemik ekspozu ve nekrotik kemik varlığı MRONJ'un ilk tanısı için en önemli özelliktir. Ancak ileri evrede görüntülemeye dayalı tanı, kemik değişikliğinin varlığını veya yokluğunu ve boyutunu gösterdiği için çok önemlidir. İlerlemiş MRONJ vakalarının çene enfeksiyonunun spesifik olmayan görüntüleme özelliklerini gösterdiği bilinmektedir. Ancak MRONJ'u öngörebilecek görüntüleme özellikleri veya MRONJ'un erken evre görüntüleme özellikleri henüz netlik kazanmamıştır. Ek olarak, ekspozite kemik veya evre ile görüntüleme özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığı henüz net değildir. İlacı kullanma nedenine, ilacın türüne, uygulama yöntemine ve uygulama süresine bağlı olarak görüntüleme özelliklerindeki farklılıklar hakkında halen çok az şey bilinmektedir.

Tablo 1. AAOMS'a göre MRONJ'da Evreleme:

Evre	Bulgular
Risk	Oral veya intravenöz bisfosfonatlarla tedavi edilen hastalarda belirgin nekrotik kemik yoktur.
Evre 0	Klinik olarak nekrotik kemik bulgusu olmayan ancak nonspesifik semptomlar veya klinik ve radyografik bulgularla başvuran hastalar
Evre 1	Asemptomatik ve enfeksiyon kanıtı olmayan hastalarda ekspoze nekrotik kemik veya kemiğe kadar uzanan fistüller
Evre 2	Pürülan drenaj olan yada olmayan ekspoze kemik bölgesinde ağrı ve eritem ile gözlenen enfeksiyonla ilişkili ekspoze ve nekrotik kemik veya fistüller
Evre 3	Ağrı, enfeksiyonu ve aşağıdakilerden en az birisi olan hastalarda ekpoze ve nekrotik kemik veya fistüller : patolojik kırık, ekstraoral fistül, oral antral veya oral nazal ilişki veya mandibula veya sinüs tabanının alt sınırına uzanan osteoliz ile sonuçlanan alveolar kemik bölgesinin ötesine uzanan ekspoze ve nekrotik kemik

MRONJ'un teşhisinde klinik görüntünün önemi büyüktür ancak hemen her zaman klinik belirti vermeyebilir. Klinik belirti vermeksizin radyolojik olarak hastalık ileri evrelerde de olabilmektedir. Bu nedenle erken evrede radyoloji son derecede önemlidir (Wilde, vd., 2012, Bedogni, vd., 2008).

MRONJ vakalarının radyolojik olarak değerlendirilmesinde panoramik radyografiler (OPG), bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KBIT), kemik sintigrafileri, manyetik rezonans görüntüleme (MRG), ultrasonografi (USG), tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT) ve pozitron emisyon BT'si (PET) kullanılmaktadır. İki boyutlu radyografilerle BT karşılaştırıldığında, kemiğin morfolojik durumunun ve etkilenen bölgenin belirlenmesinde BT'nin daha üstün olduğu söylenebilir (Phal, Myall, Assael & Weissman, 2007, Bianchi, Scoletta, Cassione, Migliaretti & Mozzati, 2007, Stockmann, vd., 2010). Ayrıca erken dönem kemik lezyonlarının tanısında sintigrafi kemikte lokal metabolik ve vasküler değişimleri belirleyerek etkili olabilir (O'Ryan, vd., 2009, Sánchez-López, Cariati, Cambil-Martin, Villegas-Calvo & Moreno-Martin, 2018). Sintigrafide izlenen yüksek yoğunluklu alanların % 20'si ile %60 kadarının daha sonra MRONJ gelişimi açısından riskli alanlar olduğu da belirtilmektedir (O'Ryan, vd., 2009, Watanabe, vd., 2017).

Üç boyutlu görüntüleme tekniklerine göre nispeten daha düşük radyasyon dozuna sahip olan OPG, özellikle rutin radyografik incelemelerde kullanışlıdır. Erken MRONJ defektlerinde görüntülenebilen en yaygın OPG'deki radyolojik bulgular şunlardır: periodontal ligamentte genişleme, lamina duranın kalınlaşması, mandibular kanalda daralma ve trabeküller

kemiğin sklerozudur. Özellikle diş çekiminden sonra kalıcı iyileşmenin olmadığı çekim soketi görüntüsü spesifik MRONJ olarak tanımlanır.

İleri evre MRONJ lezyonları, nekrotik kemik adasını gösteren sekestr oluşumuna neden olur. Sekestr sağlıklı trabeküler kemikten tamamen ayrılmış, radyolusent bir lezyon içinde radyopak kalsifiye bir alan olarak görülmektedir. OPG'lerde periosteal yeni kemik oluşumları da görülebilir. Osseöz skleroz hemen hemen tüm MRONJ hastalarında bulunur ve mandibulanın inferior kortikal kemiğinde kalınlaşma MRONJ hastalarında bir başka önemli parametredir (Berg, Mueller, Augello, Berg & Jaquiere, 2016).

MRONJ lezyonlarının tanımlanmasında BT'nin başarı oranı %96 iken, panoramik radyografiler için aynı oran %54'tür (Stockmann, vd., 2010). Bu nedenle, MRONJ'un bazı OPG'lerde saptanabileceğinin unutulmaması gerekmektedir. Üst çenedeki yapıların süper pozisyonu nedeniyle alt çenede kullanılabilirliği daha uygun olan panoramik radyografiler, daha çok kemik lezyonlarının ana hatlarıyla ilgili bilgi vermektedir (Guo, Wang, Wang, Peng & Guo, 2016). BT bulguları, litik ve/veya sklerotik alanlar, kortikal kemik perforasyonu, patolojik kırık, kortikal kemikte kalınlaşma, nörovasküler kanalda daralma (nazopalatin ve mandibular kanal gibi) şeklinde izlenmektedir. BT ile yumuşak dokuda şişlik, periosteal kemik reaksiyonu ve sekestr gibi daha spesifik bulgular da gözlenebilmektedir (Bianchi, vd., 2007, Stockmann, vd., 2010, Klingelhöffer, Klingelhöffer, Müller, Ettl & Wahlmann, 2016). Karakteristik BT bulgusu, geniş litik alan içerisinde lokalize sklerotik kemik adasıdır (sekestr). Üst çenede maksiller sinüse komşu lezyonlarda mukoperiosteal kalınlaşma, sinüs içi hava-sıvı dengesinde değişim ve fistül oluşumu ile karakterize sinüzit bulguları izlenebilmektedir (Bianchi, vd., 2007, Bedogni, vd., 2008). Sinüs tabanı destrüksiyonu izlenen vakalarda tek taraflı maksiller sinüzit bulgusu spesifikdir (Baba, vd., 2018, Troeltzsch, vd., 2015).

DRONJ'da klinik belirtiler daha geç dönemde belirti verdiği için, gelişen sekestr ebatı BRONJ'a göre daha büyüktür (Favia, Tempesta, Limongelli, Crincoli & Maiorano, 2016). Bu nedenle, Dmab'ın en spesifik BT bulgusu büyük ebatlı sekestr oluşumu ve periosteal reaksiyondur. Ayrıca, BRONJ'a göre kemik yoğunluğu daha düşük izlenir ve kortikal kemikte daha az yıkım gözlenir (Pichardo, Broek, Fiocco, Appelman-Dijkstra & van Merkesteyn, 2020).

Konik X-ışınlarına sahip olan KIBT, BT'ye göre daha düşük radyasyon dozu ile yüksek teşhis kalitesine sahip görüntülere sahiptir. KIBT aynı zamanda OPG'den daha üstündür çünkü komşu anatomik yapılar ve bukkolingual süperpozisyonlar yoktur. KIBT, tüm iki boyutlu görüntüleme yöntemlerine kıyasla hem trabeküler hem de kortikal kemikteki erken

değişiklikleri görselleştirmede daha iyidir (Berg, vd., 2016; Subramanian, vd., 2017; Göller-Bulut, Ozcan & Avcı, 2018; Zirk, vd., 2019).

KIBT, MRONJ hastalarında en sık izlenen erken dönem değişikliği olan artmış kemik yoğunluğunu gösterebilir. KIBT görüntülerinin kesit kalınlıkları genellikle BT görüntülerinden daha ince olduğundan, KIBT ile küçük kemik değişiklikleri kolayca saptanabilir. KIBT görüntülerinde tanısal yumuşak doku kontrastı yoktur, bu da yumuşak dokularla ilişkili kalınlaşma ve ödemin değerlendirilmesini imkansız kılar (Subramanian, vd., 2017; Göller-Bulut, vd., 2018; Zirk, vd., 2019).

Erken dönem MRONJ lezyonlarının ortak KIBT bulguları şunlardır: (Berg, vd., 2016; Subramanian, vd., 2017; Göller-Bulut, vd., 2018; Zirk, vd., 2019):

- a. Kemik iliği boşluğunun daralması
- b. Çevre trabeküler kemikte sklerozlu osteoliz
- c. Paralel/solid periosteal reaksiyonlar

İlerlemiş MRONJ lezyonlarının ortak KIBT bulguları şunlardır: (Berg, vd., 2016; Subramanian, vd., 2017; Göller-Bulut, vd., 2018; Zirk, vd., 2019):

- a. Kortikal kemik erozyonu ve trabeküler kemik yıkımı.
- b. Patolojik kırıklar
- c. İleri aşamalarda bukkal ve lingual kortikal kemik yıkımları
- d. Paralel/solid periosteal reaksiyonlar

BT’de; nispeten daha yüksek radyasyon dozu ve daha uzun tarama süreci, KIBT’a kıyasla BT kullanımını sınırlar. Ancak BT görüntülerinde tanısal yumuşak doku kontrastı olduğundan, BT görüntülerinde ödem ile yumuşak dokuların kalınlaşması değerlendirilebilir. BT ünitelerinin çoğunun KIBT ünitelerinden daha büyük voksel boyuta sahip olması, trabeküler kemikteki minör değişiklikleri değerlendirmenin neredeyse imkansız hale gelmesine neden olur (Berg, vd., 2016;).

MRG’nin diğer görüntüleme yöntemlerine göre yüksek yumuşak doku kontrastına sahip olması özellikle TME disk değerlendirmelerinde ve diğer yumuşak doku incelemelerinde üstün olmasını sağlar. Ancak, uzun tarama süreleri, ferromanyetik nesnelere kaynaklanan olası yaralanmalar ve yüksek kurulum maliyetleri nedeniyle diş hekimliğinde diğer görüntüleme yöntemlerine göre hala daha az yaygındır (Orhan, Nishiyama, Tadashi, Shumei & Furukawa, 2005; Orhan, Nishiyama, Tadashi, Murakami & Furukawa, 2006; Orhan ve ark., 2005; Orhan ve ark., 2006; Orhan & Rozylo-Kalinowska, 2019).

MRONJ'un doğru teşhisinde ve evrenlenmesinde MRG bulguları önemlidir ve BT görüntüsünde tanımlanamayan lezyonların belirlenmesine yardımcı olur. BT görüntülerinde yumuşak dokudaki ödemin izlenme sıklığı %80 iken, bu oran MRG bulgularında %94'tür ((Baba, vd., 2018). MRG sekansları kemik iliğindeki ödemin belirlenmesini ve böylece hastalığın aktivitesinin tanımlanmasını sağlar. MRONJ lezyonları tanısındaki başarı oranı %92'dir. MRONJ esas olarak sert doku olan çene kemiklerini etkilese de, ekspozite kemik bölgeleri T₁/T₂ ağırlıklı görüntülerde ve inversiyon düzeltme (IR) görüntülerinde osteonekroz bölgelerinin su içeriği daha düşük olduğu için, hipointens bölgeler olarak gösterir. Bununla birlikte, ekspozite olmayan ve etkilenen alanlar, T1'de hipointens bölgeler ve T2-IR görüntülerde hiperintens bölgeler gösterir, çünkü bu osteomyelitik alanlar daha yüksek inflamasyon içeriğine sahiptir. Kısacası, erken dönem MRONJ lezyonlarının T2 kesitlerde hiperintens, osteonekroz sonrasında ise bu bölgelerin su içeriğinin azalması nedeniyle hipointens olarak izlenir. Kontrastlı MRG kesitleri, KIBT ve klinik muayeneye göre daha kapsamlı değişiklikler ortaya koymaktadır (Berg, vd., 2016; Stockmann, vd., 2010). MRONJ'nin erken MRG bulgusu, hem maksilla hem de mandibulada yağlı kemik iliğinin T1 hiperintensitesinin kaybıdır. MRONJ'nin ileri MRG bulguları yumuşak doku ödemi, kemik yıkımı ve inferior alveolar sinir kalınlaşmasıdır.

USG, yüzeysel yumuşak doku incelemesinde üstünlüğü olan ileri bir görüntüleme yöntemi olmasına rağmen, ekspozite kemik bölgelerinde yumuşak doku bulunmadığından MRONJ vakalarını değerlendirmek mümkün değildir.

SPECT görüntüleme, özellikle kemik taramaları için kullanışlı olan fonksiyonel bir görüntülemedir. SPECT ile MRONJ hastalarında çeşitli çalışmalar yapılmış ve ortak bulgular şu şekilde bildirilmiştir (Miyashita, Shiba, Kawana & Nakahara, 2015; Berg, vd., 2016; Miyashita, vd., 2019):

a.MRONJ lezyonları, periferde artmış radyonüklid birikimi ve defektin merkezinde azalmış radyonüklid birikimi ile fokal anormal aktivite olarak izlenmiştir.

b.99Tcm-MDP ile 99Tcm-DPD radyonüklidleri arasında patolojileri tespit etmede anlamlı bir fark olmadığı için, her iki nüklid de MRONJ için kullanılabilir.

c.MRONJ, nekrotik bölgede bir tutulum göstermemelidir, ancak ilişkili enfeksiyon nedeniyle bir nüklid birikimi gözlenebilir.

d.Klinik olarak asemptomatik MRONJ lezyonlarının, SPECT için umut verici bir gelişme olan önemli bir nüklid birikimi gösterdiği belirtilmiştir.

e. Bir çalışmada, MRONJ hastalarının %65,7'sinde nüklid birikimin arttığı gösterilmiştir, bu nedenle SPECT'in KIBT veya MRI görüntüleri kadar güvenilir olmadığı unutulmamalıdır.

PET, pozitron yayan radyonüklidlere dayanan gelişmiş bir nükleer görüntüleme yöntemidir. Genellikle pozitron yayan F-18, C-11, N-13 ve O-15 radyonüklidleri kullanılır. PET, primer kemik tümörlerini, osteomyeliti ve metastazları saptamak için kullanılan yaygın bir görüntüleme yöntemidir. Aktif enfeksiyon ve inflamasyonların izlendiği MRONJ, kollajen hastalıkları ve granülomatöz lezyonlar gibi hastalıklarda da yüksek birikimlerin olması nedeniyle kullanımı söz konusu olabilir. (Kitagawa, vd., 2019).

RADYOLOJİK BULGULARIN KLİNİK EVRELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ:

Erken dönem tanı ve tedavide kemik değişimlerinin enfeksiyon gelişmeden belirlenebilmesi son derece önemlidir. Bu nedenle; radyolojik bulgular MRONJ evreleri ile ilişkilendirilmiş ve erken evre daha sıklıkla kemikte sklerozis, osteolitik alanlar, lamina dura kalınlaşma, iyileşmeyen çekim soketi, periapikal radyolüseni, mandibular kortekste kalınlaşma, periodontal ligamentte genişleme, periodontal kemik yıkımı, mandibular kanalda genişleme olarak; geç dönemde ise mandibular kanalda daralma, trabeküler kemikte değişimler, kemik sekestrü, kortikal kemik yıkımları, krater tarzı kemik yıkımları ve periosteal reaksiyon olarak tanımlanabilir (Moreno-Rabié, Gaêta-Araujo, Oliveira-Santos, Politis & Jacobs, 2020). Ancak yine de izlenen bu değişimler tüm evrelerde karşımıza çıkabilmektedir. Ayrıca trabeküler kemikte izlenen lokal kronik enflamatuvar ve vaskülarizasyon değişimlerinin daha ileriki evrelerde MRONJ oluşumunda etkili olabilecek alanlar olabildiği, bu alanların BT üzerinde radyolojik olarak trabeküler kemik radiodensitesi değeri ile belirlenebileceği ve erken dönem teşhiste önemli bir belirteç olabileceği savunulmaktadır (Hamada, Matsuo, Koizumi, Satomi & Chikazu, 2014). Bununla birlikte; trabeküler kemik yoğunluğunda BP kullanımı sonrası herhangi bir farklılığın olmadığını savunan araştırmacılar da vardır (Kubo, vd., 2018; Yajima, Munakata, Fuchigami, Sanda & Kasugai, 2017).

Evre 0'da trabeküler kemik yoğunluğunun ve kortikal kemik kalınlığının arttığı ve trabeküler kemikte izlenen değişimlerin belirlenmesinde fraktal analiz yönteminin faydalı olduğu belirtilmektedir (Hamada, vd., 2014; Taniguchi, vd., 2016; Torres, vd., 2011). Özellikle risk evresinde ve Evre 0'da izlenen lamina dura kalınlaşması ve kemikte skleroz gibi bulguların MRONJ'un ilerleyen dönemlerinde osteonekroz gelişiminde riskli bölgeler olabileceği düşünülmektedir (Moreno-Rabié, vd., 2020). Trabeküler kemik yıkımı, kortikal kemik erozyonu, sekestr ve osteosklerozis gibi bulgular her evrede izlenebilmektedir; ancak, erken evrelerde bu tip

bulguların izlenme oranının daha düşük olduğu belirtilmektedir (Wilde, vd., 2012). Bununla beraber, periosteal yeni kemik oluşumu sıklıkla ileri evrelerde izlenmektedir (Wilde, vd., 2012). Baba ve ark. BT bulguları ile klinik evreleme arasında bir ilişki olmadığını öne sürerken, (Baba, vd., 2018) Bagan ve ark. skleroz seviyesinin MRONJ evreleri ile birlikte arttığını bildirmektedir (Bagan, vd., 2015). Özellikle asemptomatik olan antirezortif ilaç kullanan hastalardan oral cerrahi işlem öncesi üç boyutlu görüntüleme tekniği uygulanması kortikal ve trabeküler yapının değerlendirilmesi, periosteal reaksiyon, osteolizis ve sekestr varlığının gözlenmesi açısından önemlidir.

Sonuç olarak;

a.OPG, BT ve KIBT görüntülerinde osteoskleroz ilk radyografik bulgu olduğundan, yoğun osteosklerozu olan hastalar rutin olarak takip edilmelidir.

b.Takip veya tanı amaçlı herhangi bir fonksiyonel görüntüleme yapıldıysa, yüksek nüklid tutulumunun klinik olarak asemptomatik MRONJ lezyonlarının bulgularından biri olduğu unutulmamalıdır.

c.Ekspoze olmamış MRONJ lezyonları, daha yüksek inflamasyon içeriği nedeniyle T1 görüntülerde hipointens bölgeler ve T2-IR görüntülerde hiperintens bölgeler gösterir.

d.Çeşitli görüntüleme modaliteleri, ilk MRONJ lezyonları için farklı radyografik bulgulara sahiptir; bu nedenle, diş hekimleri önleyici tedbirler alabilmek için bu değişikliklerin farkında olmalıdır.

KAYNAKÇA

- Baba, A, Goto TK, Ojiri H, Takagiwa M, Hiraga C., Okamura, M., Hasegawa, S., Okuyama, Y., Ogino, N., Yamauchi, H., Kobashi, Y., Yamazoe, S., Munetomo, Y., Mogami, T., Nomura, T. (2018). CT imaging features of anti-resorptive agent-related osteonecrosis of the jaw/medication-related osteonecrosis of the jaw. *Dentomaxillofac Radiol*, 47, 20170323. doi: 10.1259/dmfr.20170323.
- Bagan, JV., Cibrian, RM., Lopez, J., Leopoldo-Rodado, M., Carbonell, E., Bagan, L., Utrilla, J., Scully, C. (2015). Sclerosis in bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws and its correlation with the clinical stages: study of 43 cases. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 53, 257-62. doi: 10.1016/j.bjoms.2014.12.004.
- Bedogni, A., Blandamura, S., Lokmic, Z., Palumbo, C., Ragazzo, M., Ferrari, F., Tregnaghi, A., Pietrogrande, F., Procopio, O., Saia, G., Ferretti, M., Bedogni, G., Chiarini, L., Ferronato, G., Ninfo, V., Russo, LL., Muzio, LL., Nocini, PF. (2008). Bisphosphonate-associated jawbone osteonecrosis: a correlation between imaging techniques and histopathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105, 358-64. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.08.040.
- Berenson, JR., Hillner, BE., Kyle, RA., Anderson, K., Lipton, A., Yee, GC., Biermann, JS. (2002). American Society of Clinical Oncology Bisphosphonates Expert Panel. American Society of Clinical Oncology clinical practice guidelines: The role of bisphosphonates in multiple myeloma. *J Clin Oncol*, 20, 3719. doi: 10.1200/JCO.2002.06.037.
- Berenson, JR., Lichtenstein, A., Porter, L., Dimopoulos, MA., Bordoni, R., George, S., Lipton, A., Keller, A., Ballester, O., Kovacs, M., Blacklock, H., Bell, R., Simeone, JF., Reitsma, DJ: Heffernan, M., Seaman, J., Knight RD. (1998). Long-term pamidronate treatment of advanced multiple myeloma patients reduces skeletal events. Myeloma Aredia Study Group. *J Clin Oncol*, 16, 593-602. doi: 10.1200/JCO.1998.16.2.593.
- Berenson, JR., Lichtenstein, A., Porter, L., Dimopoulos, MA., Bordoni, R., George, S., Lipton, A., Keller, A., Ballester, O., Kovacs, M., Blacklock, H., Bell, R., Simeone, JF., Reitsma, DJ: Heffernan, M., Seaman, J., Knight RD. (1996). Efficacy of pamidronate in reducing skeletal events in patients with advanced multiple myeloma. Myeloma Aredia Study Group. *N Engl J Med*, 334, 488-93. doi: 10.1056/NEJM199602223340802.
- Berg, BI., Mueller, AA., Augello, M., Berg, S., Jaquiery, C., (2016). Imaging in patients with bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws (MRONJ). *Dent J (Basel)*, 4, 29. doi: 10.3390/dj4030029.
- Bianchi, SD., Scoletta, M., Cassione, FB., Migliaretti, G., Mozzati, M. (2007). Computerized tomographic findings in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw in patients with cancer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 104, 249-58. doi: 10.1016/j.tripleo.2007.01.040.

- Black, DM., Cummings, SR., Karpf, DB., Cauley, JA., Thompson, DE., Nevitt, MC., Bauer, DC., Genant, HK., Haskel, WL., Marcus, R., Ott, SM., Torner, JC., Quandt, SA., Reiss, TF., Ensrud, KE. (1996). Randomized trial of effect of alendronate on risk of fracture in women with existing vertebral fractures. Fracture Intervention Trial Research Group. *Lancet*, 348, 1535-41. doi: 10.1016/s0140-6736(96)07088-2.
- Black, DM., Delmas, PD., Eastell, R., Reid, IR., Boonen, S., Cauley, JA., Cosman, F., Lakatos, P., Leung, PC., Man, Z., Mautalen, C., Mesenbrink, P., Hu, H., Caminis, J., Tong, K., Rosario-Jansen, T., Krasnow, J., Hue, TF., Sellmeyer, D., Eriksen, EF., Cummings, SR. (2007). Once-yearly zoledronic acid for treatment of postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med*, 356, 1809-22. doi: 10.1056/NEJMoa067312.
- Boyce, AM. (2017). Denosumab: An emerging therapy in pediatric bone Disorders. *Curr Osteoporos Rep*. 15:283-292. doi: 10.1007/s11914-017-0380-1.
- Bredell, M., Rordorf, T., Kroiss, S., Rucker, M., Zweifel, DF., Rostetter, C. (2018). Denosumab as a treatment alternative for central giant cell granuloma: A long-term retrospective cohort study. *J Oral Maxillofac Surg*, 76, 775-784. doi: 10.1016/j.joms.2017.09.013.
- Chawla, S., Henshaw, R., Seeger, L., Choy, E., Blay, JY., Ferrari, S., Kroep, J., Grimmer, R., Reichardt, P., Rutkowski, P., Schuetze, S., Skubitz, K., Staddon, A., Thomas, D., Qian Y., Jacobs, I. (2013). Safety and efficacy of denosumab for adults and skeletally mature adolescents with giant cell tumour of bone: Interim analysis of an open-label, parallelgroup, phase 2 study. *Lancet Oncol*, 14, 901-8. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70277-8.
- Cranney A, Wells G, Willan A, Griddith L., Zytaruk N., Robinson V, Black D., Adachi J., Shea B., Tugwell P, Guyatt G. (2002). Meta-analyses of therapies for postmenopausal osteoporosis. II. Meta-analysis of alendronate for the treatment of postmenopausal women. *Endocr Rev*, 23:508-16. doi: 10.1210/er.2001-2002.
- Cummings, SR., San Martin, J., McClung, MR., Siris, ES., Eastell, R., Reid, IR., Delmas, P., Zoog, HB., Austin, M., Wang, A., Kutilek, S., Adami, S., Zanchetta, J., Libanati, C., Siddhanti, S., Christiansen, C. (2009). Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med*, 361,756-65. doi: 10.1056/NEJMoa0809493.
- de Castro, LF., Burke, AB., Wang, HD., Tsai, J., Florenzano, P., Pan, KS., Bhattacharyya, N., Boyce, AM., Gafni, GI., Molinolo, AA., Robey, PG., Collins, MT. (2019). Activation of RANK/ RANKL/OPG pathway is involved in the pathophysiology of fibrous dysplasia and associated with disease burden. *J Bone Miner Res*, 34, 290-294. doi: 10.1002/jbmr.3602.
- Delmas, PD., Meunier, PJ. (1997). The management of Paget's disease of bone. *N Engl J Med*, 336,558-66. doi: 10.1056/NEJM199702203360807.
- Delmas, PD. (2005). The use of bisphosphonates in the treatment of osteoporosis. *Curr Opin Rheumatol*, 17, 462-6. doi: 10.1097/01.

bor.0000163448.51661.87.

- Favia, G., Tempesta, A., Limongelli, L., Crincoli, V., Maiorano, E. (2016). Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws: Considerations on a New Anti-resorptive Therapy (Denosumab) and Treatment Outcome after a 13-Year Experience. *Int J Dent*, 2016: 1801676. doi: 10.1155/2016/1801676.
- Fizazi, K., Carducci, M., Smith, M., Damiao, R., Brown, J., Karsh, L., Milecki, P., Shore, N., Rader, M., Wang, H., Jiang, Q., Tadros, S., Dansey, R., Goessl, C. (2011). Denosumab versus zoledronic acid for treatment of bone metastases in men with castration-resistant prostate cancer: A randomized, double-blind study. *Lancet*, 377, 813- 22. doi: 10.1016/S0140-6736(10)62344-6.
- Florenzano, P., Pan, KS., Brown, SM., Paul, SM., Kushner, H., Guthrie, LC., Castro, LF., Collins, MT., Boyce, AM. (2019). Age-related changes and effects of bisphosphonates on bone turnover and disease progression in fibrous. *J Bone Miner Res*, 34(4), 653-660. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3649>.
- Goller-Bulut, D., Ozcan, G., Avci, F. (2018). Changes in dimension of neurovascular canals in the mandible and maxilla: A radiographic finding in patients diagnosed with MRONJ. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal*, 23, e282-e289. doi: 10.4317/medoral.22274.
- Gossiel F, Paggiosi MA, Naylor KE., McCloskey EV., Walsh J., Peel N., Eastell R. (2020). The effect of bisphosphonates on bone turnover and bone balance in postmenopausal women with osteoporosis: The T-score bone marker approach in the TRIO study. *Bone*, 131, 115158. doi: 10.1016/j.bone.2019.115158.
- Guo, Y., Wang, D., Wang, Y., Peng, X., Guo C. (2016). Imaging features of medicine-related osteonecrosis of the jaws: comparison between panoramic radiography and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 122, e69-76. doi: 10.1016/j.oooo.2016.04.007.
- Hamada, H., Matsuo, A., Koizumi, T., Satomi, T., Chikazu D. (2014). A simple evaluation method for early detection of bisphosphonate-related osteonecrosis of the mandible using computed tomography. *J Craniomaxillofac Surg*, 42, 924-9. doi: 10.1016/j.jcms.2014.01.012.
- Hortobagyi, GN., Theriault, RL., Lipton, A., Porter, L., Blayney, D., Sinoff, C., Wheeler, H., Simone, JF., Seaman, JJ., Knight, RD., Heffernan, M., Mellars, K., Reitsma, DJ. (1998). Long-term prevention of skeletal complications of metastatic breast cancer with pamidronate. Protocol 19 Aredia Breast Cancer Study Group. *J Clin Oncol*, 16, 2038-44. doi: 10.1200/JCO.1998.16.6.2038.
- Hortobagyi, GN., Theriault, RL., Porter, L., Blayney, D., Lipton, A., Sinoff, C., Wheeler, H., Simone, JF., Seaman, JJ., Knight, RD. (1996). Efficacy of pamidronate in reducing skeletal complications in patients with breast cancer and lytic bone metastases. Protocol 19 Aredia Breast Cancer Study Group. *N Engl J Med*, 335,1785,-91. doi: 10.1056/NEJM199612123352401.

- Kanis, JA., Harvey, NC., Lorentzon, M., Liu, E., Vandenput, L., McCloskey, EV., Johansson, H. (2021). Combining fracture outcomes in phase 3 trials of osteoporosis: An analysis of the effects of denosumab in postmenopausal women. *Osteoporos Int*, 32, 165-171. doi: 10.1007/s00198-020-05699-0.
- Kitagawa, Y., Ohga, N., Asaka, T., Sato, J., Hata, H., Helman, J., Shiga, T. (2019). Imaging modalities for drug-related osteonecrosis of the jaw (3), Positron emission tomography imaging for the diagnosis of medication-related osteonecrosis of the jaw. *Jpn Dent Sci Rev*, 55, 65-70. doi: 10.1016/j.jdsr.2018.12.001.
- Klingelhöffer, C., Klingelhöffer, M., Müller, S., Ettl, T., Wahlmann, U. (2016). Can dental panoramic radiographic findings serve as indicators for the development of medication-related osteonecrosis of the jaw? *Dentomaxillofac Radiol*, 45, 20160065. doi: 10.1259/dmfr.20160065.
- Kubo, R., Ariji, Y., Taniguchi, T., Nozawa, M., Katsumata, A., Ariji, E. (2018). Panoramic radiographic features that predict the development of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw. *Oral Radiol*, 34, 151-160. doi: 10.1007/s11282-017-0293-9.
- Letocha, AD., Cintas, HL., Troendle, JF., Reynolds, JC., Cann, CE., Chernoff, EJ., Hill, SC., Gerber, LH., Marini, JC. (2005). Controlled trial of pamidronate in children with types III and IV osteogenesis imperfecta confirms vertebral gains but not short-term functional improvement. *J Bone Miner Res*, 20,977-86. doi: 10.1359/JBMR.050109.
- Marx, RE. (2003). Pamidronate (Aredia) and zoledronate (Zometa) induced avascular necrosis of the jaws: a growing epidemic *J Oral Maxillofac Surg*, 61, 1115–1117. doi:10.1016/s0278-2391(03)00720-1.
- Miller, PD., Pannacciulli, N., Malouf-Sierra, J., Singer, A., Czerwinski, E., Bone, HG., Wang, C., Huang, S., Chines, A., Lems, W., Brown, JP. (2020). Efficacy and safety of denosumab vs. bisphosphonates in postmenopausal women previously treated with oral bisphosphonates. *Osteoporos Int*, 31, 181-191. doi: 10.1007/s00198-019-05233-x.
- Miyashita, H., Nakahara, T., Asoda, S., Kameyama, K., Kawaida, M., Enomoto, R., Nakagawa, T. (2019). Clinical value of 3D SPECT/CT imaging for assessing jaw bone invasion in oral cancer patients. *J Craniomaxillofac Surg*, 47, 1139-1146. doi: 10.1016/j.jcems.2019.03.013.
- Miyashita, H., Shiba, H., Kawana, H., Nakahara, T. (2015). Clinical utility of three-dimensional SPECT/CT imaging as a guide for the resection of medication-related osteonecrosis of the jaw. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 44, 1106-1109. doi: 10.1016/j.ijom.2015.05.002.
- Moreno-Rabié, C., Gaêta-Araujo, H, Oliveira-Santos, C., Politis, C., Jacobs, R. (2020). Early imaging signs of the use of antiresorptive medication and MRONJ: a systematic review. *Clin Oral Investig*, 24, 2973-2989. doi: 10.1007/s00784-020-03423-0.

- Nakamura, T., Fukunaga, M., Nakano, T., Kishimoto, H., Ito, M., Hagino, H., Sone, T., Taguchi, A., Tanaka, S., Ohashi, M., Ota, Y., Shiraki, M. (2017). Efficacy and safety of once-yearly zoledronic acid in Japanese patients with primary osteoporosis: Two-year results from a randomized placebo-controlled double-blind study (ZOledroNate treatment in efficacy to osteoporosis; ZONE study). *Osteoporos Int*, 28, 389-398. doi: 10.1007/s00198-016-3736-y.
- O’Ryan, FS., Khoury, S., Liao, W., Han, MM., Hui, RL., Baer, D., Martin, D., Liberty, D., Lo, JC. (2009). Intravenous bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw: bone scintigraphy as an early indicator. *J Oral Maxillofac Surg*, 67, 1363-72. doi: 10.1016/j.joms.2009.03.005.
- Orhan, K., Nishiyama, H., Tadashi, S., Murakami, S., Furukawa, S. (2006). Comparison of altered signal intensity, position, and morphology of the TMJ disc in MR images corrected for variations in surface coil sensitivity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 101, 515-522. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.04.004.
- Orhan, K., Nishiyama, H., Tadashi, S., Shumei, M., Furukawa, S. (2005). MR of 2270 TMJs: Prevalence of radiographic presence of otomastoiditis in temporomandibular joint disorders. *Eur J Radiol*, 55, 102-107. doi: 10.1016/j.ejrad.2004.11.001.
- Rozylo-Kalinowska, I., Orhan, K. (Eds.) (2019). *Imaging of the Temporomandibular Joint*: Springer Cham.
- Palmisano, B., Spica, E., Remoli, C., Labella, R., Filippo, AD., Donsante, S., Bini, F., Raimondo, D., Marinozzi, F., Boyde, A., Robey, P., Corsi, A., Riminucci, M. (2019). RANKL inhibition in fibrous dysplasia of bone: A preclinical study in a mouse model of the human disease. *J Bone Miner Res*, 34, 2171-2182. doi: 10.1002/jbmr.3828.
- Papapoulos, S., Chapurlat, R., Libanati, C., Brandi, ML., Brown, JP., Czerwiński, E., Krieg, MA., Man, Z., Mellström, D., Radominski, SC., Reginster, JY., Resch, H., Ivorra, JAR., Roux, C., Vittinghoff, E., Austin, M., Dazideh, N., Bradley, MN., Grauer, A., Cummings, SR., Bone ,HG. (2012). Five years of denosumab exposure in women with postmenopausal osteoporosis: Results from the first two years of the FREEDOM extension. *J Bone Miner Res*, 27,694-701. doi: 10.1002/jbmr.1479.
- Phal, PM., Myall, RW., Assael, LA., Weissman JL. (2007). Imaging findings of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws. *AJNR Am J Neuro-radiol*, 28, 1139-45. doi: 10.3174/ajnr.A0518.
- Pichardo, SE., Broek, FW., Fiocco, M., Appelman-Dijkstra, NM., van Merkesteyn, JP. (2020). A comparison of the cone beam computed tomography findings in medication-related osteonecrosis of the jaws related to denosumab versus bisphosphonates: an observational pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 129, 411-17. doi: 10.1016/j.oooo.2019.09.010.
- Rosen LS, Gordon D, Tchekmedyian S, Yanagihara R., Hirsh V., Krzakowski M.,

- Pawlicki M., de Souza P., Zheng M., Urbanowitz G., Reitsma D., Seaman JJ. (2003). Zoledronic acid versus placebo in the treatment of skeletal metastases in patients with lung cancer and other solid tumors: A phase III, double-blind, randomized trial—the zoledronic acid lung cancer and other solid tumors study group. *J Clin Oncol*, 21,3150-7. doi: 10.1200/JCO.2003.04.105.
- Ruggiero, SL., Dodson, TB., Aghaloo, T., Carlson, ER., Ward, BB., & Kademani, D. (2022). American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons' Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws-2022 Update. *J Oral Maxillofac Surg*, 80(5), 920–943. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2022.02.008>
- Saad, F., Brown, JE., Van Poznak, C., Ibrahim, T., Stemmer, SM., Stopeck, AT., Diel, IJ., Takahashi, S., Shore, N., Henry, D. H., Barrios, C. H., Facon, T., Senecal, F., Fizazi, K., Zhou, L., Daniels, A., Carrière, P., Dansey, R. (2012). Incidence, risk factors, and outcomes of osteonecrosis of the jaw: Integrated analysis from three blinded active-controlled phase III trials in cancer patients with bone metastases. *Ann Oncol*, 23,1341-1347. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdr435>.
- Saad, F., Gleason, DM., Murray, R., Tchekmedyan, S., Venner, P., Lacombe, L., Chin, JL., Vinholes, JJ., Goas, JA., Chen, B., Zoledronic Acid Prostate Cancer Study Group (2002). A randomized, placebo-controlled trial of zoledronic acid in patients with hormone-refractory metastatic prostate carcinoma. *J Natl Cancer Inst*, 94, 1458 1468. <https://doi.org/10.1093/jnci/94.19.1458>
- Saag, KG., Petersen, J., Brandi, ML., Karaplis, AC., Lorentzon, M., Thomas, T., Maddox, J., Fan, M., Meisner, PD., Grauer, A. (2017). Romosozumab or alendronate for fracture prevention in women with osteoporosis. *N Engl J Med*, 377, 1417-27. doi:10.1056/NEJMoa1708322
- Sánchez-López, JD., Cariati, P., Cambil-Martin, J., Villegas-Calvo, M., Moreno-Martin, ML. (2018). Use of bone scintigraphy in the early diagnosis of bisphosphonate related osteonecrosis of the jaw. Case report and review of the literature. *J Clin Exp Dent*, 10, e1235-e1237. doi: 10.4317/jced.55248.
- Stockmann, P., Hinkmann, FM., Lell, MM., Fenner, M., Vairaktaris, E., Neukam, FW., Nkenke, E. (2010). Panoramic radiograph, computed tomography, or magnetic resonance imaging. Which imaging technique should be preferred in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw? A prospective clinical study. *Clin Oral Investig*, 14, 311-317. doi: 10.1007/s00784-009-0293-1.
- Stopeck, A., Brufsky, A., Kennedy, L., Bhatta, S., Bhowmik, D., Buchanan, J., Despiegel, N., Hechmati, G. (2020). Cost-effectiveness of denosumab for the prevention of skeletal-related events in patients with solid tumors and bone metastases in the United States. *J Med Econ*, 23,37-47. doi: 10.1080/13696998.2019.1651122

- Stopeck, A. T., Lipton, A., Body, JJ., Steger, GG., Tonkin, K., de Boer, RH., Lichinitser, M., Fujiwara, Y., Yardley, DA., Viniegra, M., Fan, M., Jiang, Q., Dansey, R., Jun, S., Braun, A. (2010). Denosumab compared with zoledronic acid for the treatment of bone metastases in patients with advanced breast cancer: A randomized, double-blind study. *J Clin Oncol*, 28, 5132-39. doi: 10.1200/JCO.2010.29.7101 2010.
- Subramanian, G., Kalyoussef, E., Blitz-Goldstein, M., Guerrero, J., Ghesani, N., Quek, SY. (2017). Identifying MRONJ-affected bone with digital fusion of functional imaging (FI) and cone-beam computed tomography (CBCT): Case reports and hypothesis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 123, e106-e116. doi: 10.1016/j.oooo.2016.11.007.
- Taniguchi, T., Arijji, Y., Nozawa, M., Naitoh, M., Kuroiwa, Y., Kurita, K., Arijji, E. (2016). Computed tomographic assessment of early changes of the mandible in bisphosphonate-treated patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 122, 362-72. doi: 10.1016/j.oooo.2016.06.002
- Terpos, E., Raje, N., Croucher, P., Garcia-Sanz, R., Leleu, X., Pastener, W., Wang, Y., Glennane, A., Canon, J., Pawlyn, C. (2021). Denosumab compared with zoledronic acid on PFS in multiple myeloma: Exploratory results of an international phase 3 study. *Blood Adv*, 5:725-36. doi: 10.1182/bloodadvances.2020002378
- Torres, SR., Chen, CS., Leroux, B. G., Lee, PP., Hollender, LG., Schubert, MM. (2011). Fractal dimension evaluation of cone beam computed tomography in patients with bisphosphonate-associated osteonecrosis. *Dentomaxillofac Radiol*, 40, 501-5. doi: 10.1259/dmfr/14636637
- Troeltzsch, M., Pache, C., Troeltzsch, M., Kaepler, G., Ehrenfeld, M., Otto, S., Probst, F. (2015). Etiology and clinical characteristics of symptomatic unilateral maxillary sinusitis: A review of 174 cases. *J Craniomaxillofac Surg*, 43,1522-9. doi: 10.1016/j.jcms.2015.07.021
- Unsal, G., Ozgon, A., Senemtasi, A., Ozcan, I., Koray, M., 2017. Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw A Case Report. *Acta Scientific Dental Sciences* 1(5).
- Watanabe, S., Nakajima, K., Mizokami, A., Yaegashi, H., Noguchi, N., Kawashiri, S., Inokuchi, M., Kinuya, S. (2017). Bone scan index of the jaw: a new approach for evaluating early-stage anti-resorptive agents-related osteonecrosis. *Ann Nucl Med*, 31, 201–210. doi: 10.1007/s12149-016-1145-0
- Watts, NB. (2003). Bisphosphonate treatment of osteoporosis. *Clin Geriatr Med*, 19, 395-414. doi: 10.1016/s0749-0690(02)00069-1.
- Wilde, F., Heufelder, M., Lorenz, K., Liese, S., Liese, J., Helmrich, J., Schramm, A., Hemprich, A., Hirsch, E., Winter, K. (2012). Prevalence of cone beam computed tomography imaging findings according to the clinical stage of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 114: 804-11. doi: 10.1016/j.oooo.2012.08.458

- Yajima, N., Munakata, M., Fuchigami, K., Sanda, M., Kasugai, S. (2017). Influence of Bisphosphonates on Implant Failure Rates and Characteristics of Postmenopausal Woman Mandibular Jawbone. *J Oral Implantol*, 43: 345-349. doi: 10.1563/aaid-joi-D-17-00015.
- Zirk, M., Buller, J., Zoller, JE., Heneweer, C., Kubler, N., Lentzen, MP. (2019). Volumetric analysis of MRONJ lesions by semiautomatic segmentation of CBCT images. *Oral Maxillofac Surg*, 23, 465-472. doi: 10.1007/s10006-019-00805-x.

Bölüm 2

DİŞ HEKİMLİĞİNDE BİYOAKTİF MATERYALLER

Muhammet FİDAN¹, İbrahim Erhan GELGÖR²

1 Dr. Öğr. Üyesi, Uçak Üniversitesi, muhammet.fidan@usak.edu.tr, 0000-0001-7869-4872

2 Prof. Dr., Uçak Üniversitesi, ibrahim.gelgor@usak.edu.tr, 0000-0001-9845-7479

Giriş

Diş hekimliğinin gelişimi dental materyallerdeki gelişmelerle yakından ilişkilidir. Başlangıçta ideal restoratif materyallerin biyolojik olarak inert ve dolayısıyla biyouyumlu olduğu düşünülse de, son yirmi yılda biyoaktif materyallerin umut verici bir alternatif olarak ortaya çıktığı görülmüştür (Singh, 2021). Özellikle dentin-pulpa kompleksi ile ilgili olarak minimal invaziv yaklaşımlar sert dokuları koruyarak dişlerin şeklini, işlevini ve estetiğini geri kazandırmayı amaçlar. Bu stratejilerin temel amacı, mümkün olan en az restoratif müdahale ile restore edilmiş dişlerin fonksiyonel ömrünü uzatmaktır (Özcan ve ark., 2021).

Direkt adeziv restorasyonlar, temel olarak diş çürüklerinin ve/veya eski restoratif materyallerin (Demarco ve ark., 2015) çıkarılması sonucu hazırlanan kavite preparasyonlarına uygulanan yaklaşımlardır (Özcan ve ark., 2021). Günümüzde minimal invaziv yaklaşımlara dayalı olarak, bir kavitenin hazırlanması, sağlam diş dokusunun korunmasını hesaba katarak, dokulara potansiyel remineralizasyon için bir şans verir (Duncan ve ark., 2019). Bu nedenle, bu yaklaşım düşük maliyetli ve kolay tamir edilebilir (Özcan ve ark., 2021) restoratif materyaller kullanarak önleme, kontrol edilebilir ve diş tedavisi kavramlarını bütünleştirebilir (Featherstone & Doméjean, 2012).

Piyasada bulunan adeziv ajanlar ve adeziv simanlar nedeniyle, daha ince restorasyonlar yapılabilir, bu da konservatif diş preparasyonları ve diş canlılığının korunması ile sonuçlanır (Francesca, Gruetter, & Belser, 2013) (Schlichting ve ark., 2011). Bu nedenle, estetik malzemelerin gelişimi ve adeziv tekniklerinin ortaya çıkması nedeniyle, invaziv diş tedavilerinin döngüsü azaltılmıştır (Vailati & Carciofo, 2016). Minimal invaziv yaklaşım ile desteklenen direkt ve indirekt restorasyonlar vital dişlerde giderek daha fazla uygulanmaktadır. Bu nedenle, pulpa canlılığının sürdürülmesi ve sağlam sert dokuların korunması nedeniyle dişin yaşam süresi uzadığından, vital diş dokularının dikkatli bir şekilde korunması gerektiğini akılda tutmak önemlidir (Vailati & Carciofo, 2016)(Edelhoff ve ark., 2016).

Materyal biliminin büyük bir ivmeyle gelişmesi ve ilerlemesi ile, yerleştirildikleri sağlıklı dokuda iyileşme mekanizmalarını ve rekonstrüksiyonu tetikleyen, kendini tamir ederek yenileyebilen restorasyon materyalleri ile ilgili yapılan çalışmalar da hız kazanmıştır. Araştırmalar sonucunda kimyasal, fizyolojik ve biyolojik olarak canlı dokularla uyumlu, dental dokuların yenilenmesi ve onarılmasında aktif rol oynayan restorasyon materyallerinin üretim ve uygulanma oranları yükselerek artmaktadır (Cakan, Eren, & Günel, 2018).

Biyouyumluluk, bir malzemenin canlı bir dokuya zarar vermeden veya olumsuz etkilere neden olmadan etkileşime girme yeteneğidir (De Souza

Costa ve ark., 2014). Dokularla belirli bir derecede biyolojik uyumluluk gösterebilen tüm malzemelere “biyomalzemeler” denir. Bununla birlikte, bir biyomateryal canlı bir doku ile temas ettiğinde ve biyoyuumluluğuna rağmen doku ile kimyasal olarak etkileşime girdiğinde, bu olguya biyoaktivite denir (Özcan ve ark., 2021). Biyoaktivite terimi, en geniş anlamıyla biyolojik etki gösterebilen veya biyolojik olarak aktif olabilen, dokular ile materyal arasında bağ oluşturmaya denir. Doku mühendisliği alanında biyoaktivite terimi aynı zamanda biyomateryalden biyolojik olarak aktif maddelerin ve iyonların salınmasıyla indüklenen hücresel etkilerle de ilgilidir (Singh, 2021). Biyoaktif malzemeler, pulpa, mine, dentin ve kemikte olduğu gibi kimyasal bağ veya doku oluşumunu indükleyerek organizmalarda veya hücrelerde belirli bir biyolojik tepkiyi destekleyen malzemeler olarak tanımlanabilir (Turkistani ve ark., 2018). Biyoaktif restoratif materyaller; florür salınımı ve/veya diğer minerallerin salınımı yoluyla diş yapısını yeniden mineralize eder ve güçlendirir, zamanla vücut sıvısına veya simüle vücut sıvısına daldırıldığında yüzeyinde apatit benzeri bir malzeme oluşturur, diş gelişimini desteklemek için canlı dokuyu yenileme özelliklerine sahiptir (Singh, 2021).

Biyoaktif, biyoindüktif, biyomateryal ve biyomimetik terimleri farklıdır ve ayrı ayrı tanımlanmıştır. Biyoaktif malzeme, hidroksiapatit oluşumunu indüklemek gibi canlı doku, organizmalar veya hücre üzerinde etkiye sahip olan veya bunlardan bir yanıt ortaya çıkaran bir malzeme olarak tanımlanır. Biyoindüktif özellik, bir malzemenin biyolojik bir sistemde bir tepkiyi tetikleme yeteneği olarak tanımlanır. Biyomateryal, etkileşime giren herhangi bir madde, yüzey veya yapı olarak tanımlanır. Bu biyoaktif materyaller, demineralize dentin ve minenin yeniden inşasına yardımcı olmak için kalsiyum, fosfat ve diğer spesifik iyonları serbest bırakabilir. Bu materyaller konservatif diş hekimliği alanında rejenerasyon, onarım ve rekonstrüksiyon için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemeler, hayati doku üzerinde doğrudan etki ederek iyileşmesini ve onarımını sağlayan farklı form ve bileşimlerde mevcuttur. Bu malzemeler, çeşitli büyüme faktörlerinin ve farklı hücrelerin uyarılması nedeniyle doğrudan işlev görür. Mevcut teknolojileri güçlendirmeye yardımcı olmaya devam etmek ve diş hastalıklarını tedavi etmek ve çürük lezyonlarından ciddi şekilde etkilenen dişleri biyomimetik ve daha biyolojik operatif yaklaşımlarla restore etmek için yeni paradigmlar sunmaya devam etmek için yeni yenilikler gereklidir. Biyomimetik, doğal yapıları taklit eden yapay mekanizmalarla benzer ürünleri sentezlemek amacıyla biyolojik olarak üretilen madde ve malzemelerin oluşumu, yapısı veya işlevi ile biyolojik mekanizmalar ve süreçlerin incelenmesidir (Singh, 2021).

Biyomateryal çeşitleri gelişen materyal teknolojisi ile çok geniş bir skalada üretilmektedir. Doku etkileşimleri temel alınarak incelendiğinde

biyomateryaller; “İnert”, “Rezorbe olabilen” ve “Biyoaktif” materyaller başlıkları altında üç grupta sınıflandırılmaktadır (Cakan, Eren, & Günal, 2018). Doku mühendisliğinin temellerinin atıldığı zamanlarda materyal üzerinde doku oluşumunun izlendiği ancak konak doku ile materyal arasındaki kimyasal ve biyolojik bağlanmanın çok düşük olduğu, bu nedenle biyolojik yanıtın hemen hemen hiç gözlemlenmediği inert materyaller sıklıkla tercih edilmiştir (Cao & Hench, 1996). Rezorbe olabilen biyomateryaller kullanıldıkları bölgelerde rezorbsiyon hızı ile doku oluşumunun paralel seyrettiği ve çözünme yan ürünlerinin fizyolojik olarak kabul edildiği biyoyumlu materyallerdir. Canlı dokulara uygulandığı zaman fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak reaksiyona girerek özel biyolojik yanıt oluşturan dokuyla bağlantı sağlayan yüzey-reaktif bileşikler biyoaktif materyaller olarak tanımlanmaktadır (Cakan, Eren, & Günal, 2018).

Biyoaktif materyaller biyolojik ve kimyasal davranışlarına göre iki gruba ayrılmaktadır:

Sınıf A (Osteoprodüktif materyaller): Yüzeylerinde serbest kök hücrelerinin kolonize olmasına yardımcı olarak ara yüzde hem ekstrasellüler hem de intrasellüler yanıt oluşturlar. Rezorbe olmayan sentetik hidroksiapatit ve rezorbe olabilen tri-kalsiyum fosfat gibi materyaller Sınıf A biyoaktif materyaller grubuna girmektedir. Diş sert dokularına benzer kimyasal kompozisyonları ve kristalografik yapıları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Cakan, Eren, & Günal, 2018).

Sınıf B (Osteokondüktif materyaller): Yalnızca ekstrasellüler yanıt oluşturarak doku ile biyolojik ve kimyasal tepkimeye girerler (Cakan, Eren, & Günal, 2018). Osteokondüktif biyoaktivite, bir materyal arayüzünde yalnızca hücre dışı bir tepki ortaya çıkardığında ortaya çıkar (Singh, 2021). Örnek: Sentetik hidroksiapatit (Singh, 2021), biyoaktif cam ve biyoaktif seramikler (Cakan, Eren, & Günal, 2018).

Biyoaktif Malzemelerin Kullanım Alanları (Sonarkar & Purba, 2015)

- Pulpa kaplama malzemesi olarak
- Daimi restorasyonlarda
- Dentin tübüllerin kapatılmasında
- İskele görevi görür ve kemik dokusunun yenilenmesine yardımcı olmasında
- Diş remineralizasyonunda

Diş Hekimliğinde Kullanılan Çeşitli Biyoaktif Materyaller

Kalsiyum hidroksit

Yirminci yüzyılın başlarında diş hekimliğine girmesinden bu yana çok çeşitli amaçlarla kullanılan bir malzemedir. Saf haliyle, maddenin yüksek bir pH'ı vardır ve diş hekimliğinde kullanımı esas olarak mineralizasyonu uyarma kabiliyeti ve ayrıca antibakteriyel özellikleri ile ilgilidir (Singh, 2021). Pulpa ile doğrudan temas ettiğinde, kalsiyum hidroksit bu dokunun yüzeyinde nekroza neden olur ve organizmayı etkilenen bölgede mineralize dokunun birikmesini teşvik ederek onarımına yol açar (De Souza Costa ve ark., 2001)(De Lourdes Rodrigues Accorinte ve ark., 2005)

Kalsiyum hidroksit, kalsiyum ve hidroksil iyonlarına ayrışır. Bu kalsiyum iyonları kılcal geçirgenliği azaltır, dolayısıyla serum akışını azaltır ve mineralizasyona neden olan inhibitör pirofosfat seviyelerini azaltır. Hidroksil iyonları, osteoklastlar tarafından üretilen asidi nötralize ederek, pirofosfatataz aktivitesi için optimum pH'ı korur ve kalsiyuma bağlı pirofosfataz seviyesinin artmasına yol açar, bu da inhibe edici pirofosfat seviyelerini düşürür ve mineralizasyona neden olur (Sonarkar & Purba, 2015).

Mineral trioxide aggregate (MTA)

MTA, ince hidrofilik partiküller içeren ve nem varlığında sertleşebilen tozdan oluşan materyaldir. MTA'nın toz içeriği, trikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, trikalsiyum oksit ve silikat oksitten oluşmaktadır. Bizmut oksit tozu, yapıya radyoopaklık verir (Şimşek & Akbulut, 2021). MTA bir pulpa kuafaj ajanı olarak kullanıldığında, pulpal hücrelerde sitolojik ve fonksiyonel değişikliklere neden olur, bu da mekanik olarak açığa çıkan diş pulpasının yüzeyinde fibroentin ve tamir edici dentin oluşumuyla sonuçlanır. Yerleştirildiğinde, bir kollajen matrisi üreten odontoblast benzeri hücrelerin çoğalmasına, göçüne ve farklılaşmasına neden olur. Oluşan bu mineralize matris, başlangıçta osteodentin tarafından ve daha sonra tersiyer dentin oluşumu tarafından mineralize edilir (Singh, 2021) MTA tozuna manipülasyon için su ilave edilerek hidrasyon işlemi başlatılır (Camilleri & Pitt Ford, 2006)(Islam ve ark., 2006). MTA'nın hidrasyon işlemi sırasında kalsiyum disilikat ve trisilikat reaksiyona girerek kalsiyum hidroksit ve hidratlı kalsiyum silikat jel oluşumuna yol açar. MTA'nın sertleşmesi sırasında salınan kalsiyum iyonları dentin tübülleri içinde difüze olur ve zamanla konsantrasyonlarını artırır. Bu fenomen, ortamın pH'ını yükselterek alkali hale getirir ve çimentonun biyoaktivitesini sağlar (Özcan ve ark., 2021).

Vital pulpa tedavisi, apeksifikasyon ve apeksogenez, prosedürel hataların düzeltilmesi ve apikektomi prosedürlerinde kök ucu dolgu materyali için tercih edilen bir materyaldir. MTA kullanıldığında dentin köprüsü oluşumunun tam mekanizması tam olarak bilinmemektedir ve bu mekanizmanın anlaşılması için detaylı araştırma yapılmalıdır (Parirokh & Torabinejad, 2010).

Kalsiyumla zenginleştirilmiş karışım

Kalsiyum oksit, kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat, kalsiyum silikat, kalsiyum sülfat ve kalsiyum klorürden oluşur. Kalsiyumla zenginleştirilmiş karışım farklı kalsiyum bileşiklerinden, yani kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit, kalsiyum sülfat, kalsiyum silikat, kalsiyum klorür, kalsiyum karbonat ve kalsiyum oksitten oluşur. Su bazlı çözelti varlığında sertleşen hidrofilik parçacıklardan oluşan beyaz bir tozdur. Tozun hidrasyon reaksiyonu, bir saatten daha kısa sürede katılaştıran ve hidroksiapatiti oluşturan koloidal bir jel oluşturur. Bu çimentonun çalışma süresi 5 dakika ve priz süresi <1 saattir. Partikül boyutu 0,5-2,5 µm aralığında ve partiküllerin dentin tübüllerine nüfuz etmesine izin vererek daha iyi bir sızdırmazlık sağlar (Sonarkar & Purba, 2015).

Biodentin

Biodentin (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, Fransa) kalsiyum silikat esaslı bir materyaldir. Biodentine'in toz kısmı trikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat ve zirkonyum oksitten oluşurken; likit kısmı, sertleşmeyi hızlandırıcı kalsiyum klorid ve süper plastisize edici ajan olan modifiye polikarboksilattan oluşmaktadır (Şimşek & Akbulut, 2021). Biodentine, hızlı sertleşir (yaklaşık 10-12 dk) (Grech, Mallia, & Camilleri, 2013). Biodentin'in biyouyumluluğu, farklı hücre tipleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Biodentin'in yüzeyinde hidroksiapatit birikimine izin verdiği ve biyoaktivite gösterdiği belirtilmiştir (Camilleri, Sorrentino, & Damidot, 2013).

TheraCal

TheraCal LC (Bisco Inc, Schamburg, IL, ABD), pulpa kuafaj materyali olarak tasarlanan kalsiyum silikat esaslı ışıkla sertleşir. TheraCal LC'nin içeriğinde polimerize olabilen metakrilat monomerleri (bisfenol A-glisidil metakrilat ve polidimetilakrilat), kalsiyum oksit, tip III Portland simanı (kalsiyum silika partikülleri), polietilen glikol dimetakrilat, baryum sülfat ve baryum zirkonat bulunur (Qureshi ve ark., 2014). Hidrofilik özellikte olan TheraCal LC, su ile temasında sertleşmeye başlamaktadır. TheraCal LC opak ve beyazımsı renkte olan TheraCal LC için üretici firma, materyalim 1 mm tabakalarla yerleştirilmesini ve 20 sn ışınlanmasını önermektedir (Şimşek & Akbulut, 2021). TheraCal LC'nin kalsiyum iyonu salma özelliğinin olduğu yapılan çalışmalarda göstermiştir (Camilleri, 2014)(Yamamoto, Han, Noiri, & Okiji, 2017). Bu özellik, yeni mineralize sert doku oluşumunda ve hidroksiapatit ve sekonder dentin köprüsü formasyonunun uyarılmasında önemli rol oynar (Şimşek & Akbulut, 2021). Kompozit ve amalgam restorasyonları altında koruyucu bir taban/astar olarak direkt ve indirekt pulpa kuafajında kullanılabilir (Singh, 2021).

MTYA1 Ca-filler

MTYA 1-Ca tozu %89 mikro doldurucu, %10 kalsiyum hidroksit ve %1 benzoil peroksitten oluşmakta ve sıvı (%67,5 tri etilen glikol dimet akrilat, %30 gliseril metakrilat, %1 o-metakriloil tirozin amid, %1 dimetil amino etil metakrilat ve %0,5 kamforokinon). MTYA1-Ca iyi fiziksel özelliklere sahiptir (Niinuma, 1999).

Kalsiyum fosfat

Kalsiyum fosfat biyomateryalleri endodontik tedavide ek avantajlar sağlar çünkü bunlar biyoyumludur, toksik değildir ve mineralize doku oluşumunu indükleyebilir. Ayrıca, bu biyomalzemeler, çözünme-yeniden çökme ve biyolojik bozunma-biyorezorpsiyona bağlı olarak belirli doku tepkilerini ortaya çıkarabildikleri için biyoaktiflerdir. Bu işlemler, neo-osseöz oluşum veya dentin köprüleme için birincil öneme sahiptir. Kalsiyum fosfat seramiklerinin kısmi çözünmesi, apatit mikro kristallerinin biyomateryal merkezinde ve yüzeylerinde çökmesine yol açar. Kalsiyum fosfat biyomateryalleri ayrıca hücresel bozulmaları (fagositoz ve osteoklaz) sürdürür ve yeni sert kalsifiye doku ile değiştirilir. Biyomateryal, osteositler ve osteoblastlar gibi osseöz hücreler tarafından kemiğin veya diş pulpası implantasyon bölgesinin kolonizasyonuna izin vererek, gözenekliliği sayesinde osteokondüksiyon sürecini destekleyebilir. Kalsiyum fosfat biyomalzemeleri, yeni mineralize doku oluşumu için yapı iskelesi görevi görür (Al-Sanabani, Madfa, & Al-Sanabani, 2013).

Emdogain

Emdogain Gel (BioraAB, Malmö , İsveç), EMD içeren ticari bir üründür. Amelogenin ve amelin, odontoblastların nihai farklılaşmasına ve ardından dentinogenez sırasında dentin oluşumuna katıldığı öne sürülen proteinlerdir. Ayrıca emdogain, emaye, tufelin ve ameloblastin dahil olmak üzere amelogenin olmayan proteinler içerir. Genel olarak emdogainin TGF- β 1- veya TGF-b- (dönüştürücü büyüme faktörü) gibi diğer biyolojik olarak aktif faktörleri de içerdiği varsayılır ve bunların ürünün ana fonksiyonel bileşenleri olduğu öne sürülür. Ayrıca, emdogainin TGF-b ailesine ait olan BMP benzeri bir büyüme faktörü (kemik morfojenik protein) içerdiği belirtilmiştir (Pathak, 2017).

Sol-jel kaynaklı gümüş katkılı-biyoaktif materyal

Dental onarım ve restorasyon alanında sol-jel türevli biyoaktif cam-seramik materyaller önemli bir anahtardır. Dental seramiklerin siman benzeri bir davranışının geliştirilmesi, doku bağlanması teşvik edebilen spesifik hücre tiplerinin seçici yayılması ve bağlanması için gerekli biyolojik yüzeyi sağlayabilir (Singh, 2021). SiO_2 (58,6), P_2O_5 (7,2), Al_2O_3 (4,2) sisteminde yeni bir sol-jel türevi biyoaktif cam seramiğin üretimi, önemli fizi-

kokimyasal ve mekanik özelliklere sahip CaO (24,9), Na₂O (2,1), K₂O (3) (%ağırlıkça), olduğu önceki çalışmada belirtilmiştir (Nour ve ark., 2019).

Bioaggregate

Bioaggregate toz ve sıvı formda bulunan kalsiyum silikat içerikli bir malzemedir (Bhushan ve ark., 2015). Materyalin toz kısmı; trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, tantalyum pentoksit, tek bazlı kalsiyum fosfat ve amorföz silikon oksit içerirken, likit kısmını deiyonize su oluşturmaktadır. Üretici firmanın iddiasına göre seramik nano parçalar içeren beyaz toz kendi likiti ile karıştırılarak elde edilen hidrofilik yapının sementogenesi uyararak kök kanallarında hermetik bir tıkama sağladığı belirtilmektedir. Etkisini bakteri invazyonunu engelleyerek gösterir. Tantalyum oksit radyopaklık sağlamaktadır. İdeal çalışma zamanı toz ve likitin karıştırılması sonrası 5 dakikadır. Sertleşme süresi ise 4-72 saattir. Diğer kök kanal tamir materyallerinden farklı olarak diş rengindedir (Şimşek & Akbulut, 2021). Pulpa kaplama, apeksifikasyon, kök rezorpsiyonu, kök perforasyonu ve kök ucu dolgusu için kullanılabilir (Bhushan ve ark., 2015).

Tetra kalsiyum fosfat

Tetra kalsiyum fosfatlar, kemik dokusu rejenerasyonuna izin verme ve teşvik etme yeteneğine sahip biyoaktif, biyouyumlu, osteoindüktif ve biyolojik olarak emilebilir malzemelerdir (Almulhim et al., 2022). Rezin bazlı direkt pulpa kaplama maddesidir. Toz (%89 mikro doldurucu, %10 kalsiyum hidroksit ve %1 benzoil peroksit) ve sıvı (%67,5 trietilen glikol dimetakrilat, %30 gliseril metakrilat, %1 o-metakriloil tirozin amid, %1 dimetilaminoetilmetakrilat ve %0,5 kamforokinon) içerir (Bhushan ve ark., 2015).

Endosequence kök tamir materyali ve pati

Brasseler USA (Savannah, GA), yakın zamanda, geleneksel MTA ile ilişkili bazı tutarsızlıkları gidermek için biyoseramik teknolojiyi kullanan EndoSequence kök tamir malzemesi ve EndoSequence kök tamir patını piyasaya sürdü. Bu yeni malzemeler, klinisyene homojen ve tutarlı bir malzeme sağlamak için önceden karıştırılmış bir ürün olarak üretilir. Parçacık boyutunun bir malzemenin erken mukavemetini etkilediği gösterilmiştir. Parçacık boyutu aynı zamanda klinik açıdan önemli olan kullanım kolaylığını da etkiler. Brasseler'in yeni biyoseramik malzemelerinin her ikisi de en büyük partikül boyutunun 0,35 µm olduğunu ve partiküllerin yaklaşık %50'sinin nano (1 X 10-3 µm) boyutunda olduğunu belirtilmiştir (Asthana & Bhargava, 2014). Her iki malzeme de esas olarak kalsiyum silikat, zirkonyum oksit, tantalyum oksit ve kalsiyum fosfat monobazikten meydana gelmektedir. Malzemenin sertleşmesi için ortamda nem bulunması gerekmektedir (Şimşek & Akbulut, 2021).

Titanyum oksit (TiO₂)

TiO₂ nanopartikülleri, dental monomerler ve dentin bağlayıcı adezivler gibi dental rezinlere eklenebilir. Bu tür bir restorasyonla, hidroksiapatit oluşumunun teşvik edildiği, ayrıca mukavemet ve bakterisidal özelliğin arttığı bulunmuştur (Welch ve ark., 2010). Bu nanopartiküller, marjinal boşlukları geri yükleyerek hem mine hem de dentinin remineralizasyonuna yardımcı olur. Böylece bu özelliğinden dolayı sekonder çürük insidansını ve implant yüzeyinin diğer özelliklerini azaltır (Bhushan ve ark., 2015).

Doxadent

Toz sıvı formda bulunan bir kalsiyum alüminat ürünüdür. Kalıcı restoratif materyal olarak kullanılabilir. Alümina, kalsiyum oksit, su, zirkonyum dioksit ve diğer alkali oksitlerden oluşur. Toz ve sıvı karıştırıldığında, su kalsiyum alüminat tozunu çözerek kalsiyum, alüminyum ve hidroksil iyonlarının oluşumuna yol açarak katoit ve gipsit oluşumuna neden olur (Jefferies, 2014).

Amorf kalsiyum fosfat

Amorf kalsiyum fosfat, sert doku sırasında arzu edilen kristalli hidroksiapatite dönüştürülebilir. Kristalin hidroksiapatit, aside daha dirençli ve daha iyi mekanik özelliklere sahiptir. Amorf kalsiyum fosfat, sert ve yumuşak dokular, biyouyumluluk, biyoaktivite ve osteokondüksiyon özellikleri ile daha iyi hücre yapışması göstermiştir (Dorozhkin, 2010). Alkalen fosfataz aktivitesini artırarak hücre çoğalma aktivitesini arttırabilir. Amorf kalsiyum fosfat, diş cerrahisinde kemik dokularını onarmak ve yenilemek için uygulanan biyoaktif malzemelerden birisidir. Amorf kalsiyum fosfatın öncü fazının, diş kemiklerinin kollajen matrisinde belirgin olabilecek boşluklarda mineraller içeren hücre içi veziküller yoluyla birikebileceğine dair kanıtlar vardır (Skallevold ve ark., 2019). Biyoaktif özelliklerine dayanarak, Amorf kalsiyum fosfat, apatit büyümesinde bir öncü olarak kolayca kullanılabilen geçici bir faz olarak uygulandı (Almulhim ve ark., 2022).

Sonuç

Biyoaktif materyaller son yıllarda hızla gelişti ve uygulamaları diş hekimliğinin farklı alanları kapsamaktadır. Biyoaktif inorganik materyallerin biyouyumlu olduğu ve güçlü rejeneratif potansiyele sahip bu materyallerin fiziksel ve yapısal doğasını dikkate almak önemlidir. Bu nedenle, biyolojik potansiyellerini azaltmadan fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Tedavi gereksinimleri doğrultusunda tüm özellikleri ile ideal bir materyal bulunmadığı için, temel olarak kabul edilen mevcut materyallerin olumlu özellikleri bir araya getirilerek oluşturulan bileşikler tercih edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Sanabani, J. S., Madfa, A. A., & Al-Sanabani, F. A. (2013). Application of calcium phosphate materials in dentistry. *International Journal of Biomaterials*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/876132>
- Almulhim, K. S., Syed, M. R., Alqahtani, N., Alamoudi, M., Khan, M., Ahmed, S. Z., & Khan, A. S. (2022). Bioactive inorganic materials for dental applications: A narrative review. *Materials*, 15(19), 6864. <https://doi.org/10.3390/MA15196864>
- Asthana, G., & Bhargava, S. (2014). Bioactive materials: A Comprehensive review. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences*, 2(6E), 3231–3237. <https://doi.org/10.36347/sjams.2014.v02i06.075>
- Bhushan, M., Tyagi, S., Nigam, M., Choudhary, A., Khurana, N., & Dwivedi, V. (2015). Bioactive materials: A short review. *Journal of Orofacial Research*, 5(4), 138–144.
- Cakan, E. F., Eren, M. M., & Günal, Ş. (2018). Restoratif diş hekimliğinde biyoaktif materyaller. *Türkiye Klinikleri Restorative Dentistry - Special Topics*, 4(1), 46–52.
- Camilleri, J., & Pitt Ford, T. R. (2006). Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 39(10), 747–754. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2006.01135.X>
- Camilleri, J. (2014). Hydration characteristics of Biodentine and Theracal used as pulp capping materials. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 30(7), 709–715. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2014.03.012>
- Camilleri, J., Sorrentino, F., & Damidot, D. (2013). Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 29(5), 580–593. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2013.03.007>
- Cao, W., & Hench, L. L. (1996). Bioactive materials. *Ceramics International*, 22(6), 493–507. [https://doi.org/10.1016/0272-8842\(95\)00126-3](https://doi.org/10.1016/0272-8842(95)00126-3)
- De Lourdes Rodrigues Accorinte, M., Loguercio, A. D., Reis, A., Muench, A., & De Araújo, V. C. (2005). Adverse effects of human pulps after direct pulp capping with the different components from a total-etch, three-step adhesive system. *Dental Materials*, 21(7), 599–607. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.08.008>
- De Souza Costa, C. A., Lopes Do Nascimento, A. B., Teixeira, H. M., & Fontana, U. F. (2001). Response of human pulps capped with a self-etching adhesive system. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 17(3), 230–240. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00076-2)

- De Souza Costa, Carlos A., Hebling, J., Scheffel, D. L. S., Soares, D. G. S., Basso, F. G., & Ribeiro, A. P. D. (2014). Methods to evaluate and strategies to improve the biocompatibility of dental materials and operative techniques. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 30(7), 769–784. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2014.04.010>
- Demarco, F. F., Collares, K., Coelho-De-Souza, F. H., Correa, M. B., Cenci, M. S., Moraes, R. R., & Opdam, N. J. M. (2015). Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 31(10), 1214–1224. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2015.07.005>
- Dorozhkin, S. V. (2010). Calcium Orthophosphates as Bioceramics: State of the Art. *Journal of Functional Biomaterials*, 1(1), 22. <https://doi.org/10.3390/JFB1010022>
- Duncan, H. F., Galler, K. M., Tomson, P. L., Simon, S., El-Karim, I., Kundzina, R., Krastl, G., Dammaschke, T., Fransson, H., Markvart, M., Zehnder, M., Bjørndal, L. (2019). European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *International Endodontic Journal*, 52(7), 923–934. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13080>
- Edelhoff, D., Liebermann, A., Beuer, F., Stimmelmayer, M., & Güth, J.-F. (2016). Minimally invasive treatment options in fixed prosthodontics. *Quintessence International*, 47(3). <https://doi.org/10.3290/J.QI.A35115>
- Featherstone, J. D. B., & Doméjean, S. (2012). Minimal intervention dentistry: part 1. From “compulsive” restorative dentistry to rational therapeutic strategies. *British Dental Journal*, 213(9), 441–445. <https://doi.org/10.1038/SJ.BDJ.2012.1007>
- Francesca, V., Gruetter, L., & Belser, U. C. (2013). Adhesively restored anterior maxillary dentitions affected by severe erosion: up to 6-year results of a prospective clinical study. *Eur J Esthet Dent*, 8(8), 506–530. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24624375/>
- Grech, L., Mallia, B., & Camilleri, J. (2013). Characterization of set Intermediate Restorative Material, Biodentine, Bioaggregate and a prototype calcium silicate cement for use as root-end filling materials. *International Endodontic Journal*, 46(7), 632–641. <https://doi.org/10.1111/IEJ.12039>
- Islam, I., Kheng Chng, H., & Jin Yap, A. U. (2006). Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and portland cement. *Journal of Endodontics*, 32(3), 193–197. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2005.10.043>
- Jefferies, S. (2014). Bioactive and biomimetic restorative materials: a comprehensive review. Part II. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry*, 26(1), 27–39. <https://doi.org/10.1111/JERD.12066>
- Niinuma, A. (1999). Newly developed resinous direct pulp capping agent containing calcium hydroxide (MTYA1-Ca). *International Endodontic Journal*,

32(6), 475–483. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2591.1999.00249.X>

- Nour, S., Baheiraei, N., Imani, R., Rabiee, N., Khodaei, M., Alizadeh, A., & Moazzeni, S. M. (2019). Bioactive materials: A comprehensive review on interactions with biological microenvironment based on the immune response. *Journal of Bionic Engineering*, 16(4), 563–581. <https://doi.org/10.1007/S42235-019-0046-Z>
- Özcan, M., Garcia, L. da F. R., & Volpato, C. A. M. (2021). Bioactive materials for direct and indirect restorations: Concepts and applications. *Frontiers in Dental Medicine*, 2, 35. <https://doi.org/10.3389/FDMED.2021.647267>
- Parirokh, M., & Torabinejad, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics*, 36(1), 16–27. <https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2009.09.006>
- Pathak, S. (2017). Advances in pulp capping materials: A review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 16(2), 31-37. Retrieved from <https://www.iosrjournals.org/iosr-jdms/papers/Vol16-issue2/Version-7/E1602073137.pdf>
- Qureshi, A., Soujanya, E., Kumar, N., Kumar, P., & Hivaraao, S. (2014). Recent Advances in pulp capping materials: An overview. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 8(1), 316. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7719.3980>
- Schlichting, L. H., Maia, H. P., Baratieri, L. N., & Magne, P. (2011). Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(4), 217–226. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60035-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60035-8)
- Şimşek, E., & Akbulut, M. B. (2021). Güncel kalsiyum silikat esaslı kök tamir materyallerinin fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 27(1), 117–128. <https://doi.org/10.5336/DEN-TALSCI.2020-74285>
- Singh, D. (2021). Bioactive Material in Pediatric Dentistry. *University J Dent Scie*, 7(2), 117–123. Retrieved from <https://ujds.in/index.php/ujds/article/view/448/247>
- Skallevold, H. E., Rokaya, D., Khurshid, Z., & Zafar, M. S. (2019). Bioactive glass applications in dentistry. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(23). <https://doi.org/10.3390/IJMS20235960>
- Sonarkar, S., & Purba, R. (2015). Bioactive materials in conservative dentistry. *International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews*, 2015, Article ID: 340115, 2015. doi:10.15713/ins.ijedmr.47
- Turkistani, A., Islam, S., Shimada, Y., Tagami, J., & Sadr, A. (2018). Dental cements: Bioactivity, bond strength and demineralization progression around restorations. *Am J Dent*, 31(sp is B), 24–31. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31099209/>

- Vailati, F., & Carciofo, S. (2016). Treatment planning of adhesive additive rehabilitations: the progressive wax-up of the three-step technique. *International Journal Esthetic Dentistry*, *11*(3), 356–377. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27433550/>
- Welch, K., Cai, Y., Engqvist, H., & Strømme, M. (2010). Dental adhesives with bioactive and on-demand bactericidal properties. *Dental Materials*, *26*(5), 491–499. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2010.01.008>
- Yamamoto, S., Han, L., Noiri, Y., & Okiji, T. (2017). Evaluation of the Ca ion release, pH and surface apatite formation of a prototype tricalcium silicate cement. *International Endodontic Journal*, *50* Suppl 2, e73–e82. <https://doi.org/10.1111/IEJ.12737>

Bölüm 3

YOKSULLUK VE SAĞLIĞA ETKİLERİ

Semra KOCATAŞ¹, Sedanur ÜNLÜ²

1 Dr. Öğretim Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye, Email: skocatas@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-7566-0060

2 Hemşire (Yüksek Lisans Öğrencisi), Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Uygulama ve Araştırma Hastanesi, Kadın Hastalıkları ve Doğum Servisi, Sivas, Türkiye, Email: sedabsky58@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-5582-5021

*Yoksulluk, bütün elemelerin beşiğidir.
Şüdraka*

1. Giriş

Yoksulluk, günümüzde sadece az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerin değil küresel bir sorun olarak gelişmiş ülkelerin de önemli bir sorunudur. Dünya genelinde yoksulluk sorunu olmasına rağmen, çözümüne yönelik etkin politika ve stratejilerin uygulanamaması nedeniyle yoksulluk sorunu halen devam etmektedir (Albayrak, 2022; Arpacıoğlu ve Yıldırım, 2011; Daşlı, 2018; Yıldırım, 2019). Bilindiği üzere yoksulluk; insanların asgari yaşam standartlarına ulaşamamaları, yani temel gereksinimlerini karşılayacak düzeyde yeterli bir gelire sahip olmamaları ya da elde ettikleri gelirin hayatlarını devam ettirmeleri için gereken yiyecek, giyim gibi fiziksel ihtiyaçlarını karşılamaya yetmemesi durumudur (Albayrak, 2022; Şantaş, 2017; Yaşar ve Taşar, 2019). Yoksulluk tanımında geçen gelir miktarının düzeyi, kişilerin ihtiyaç ve harcama öncelikleri gibi birçok etken yoksulluk kavramının tanımlanmasını güçleştirmektedir (Şantaş, 2017; Yaşar ve Taşar, 2019; Yıldırım, 2019). Yine yoksulluk sadece maddi ihtiyaçların karşılanamaması yani ekonomik bir sorun olmanın ötesinde aynı zamanda bireylerin insani yaşam şartlarından mahrum olması durumunu da kapsamaktadır. Şöyle ki eğitim olanağından yararlanamama, sağlık hizmetlerine ulaşamama, olumsuz koşullarda yaşama, toplum içinde karar alma mekanizmalarında yer almama, iş arama ve istihdam olanaklarından, temiz içme suyundan mahrum kalma da yoksulluğun önemli göstergeleri arasında yer almaktadır (Ak, 2016; Albayrak, 2022; Yıldırım, 2019).

2. Yoksulluk Kavramı

Yoksulluk kavramı; kişilerin ve toplumların bakış açısına, algılarına, içinde bulunulan zamana, yaşanan toplumun kültürel özelliklerine göre değişiklik gösterdiği için herkes tarafından kabul gören ortak bir “yoksulluk” tanımı yoktur. Yoksulluk kavramına eskiden daha çok ekonomik olarak yetersizlik şeklinde bakılırken, günümüzde maddi yetersizliğin yanı sıra birçok manevi ihtiyaçtan mahrum olunması, toplumsal yaşamdan ve sosyal olanaklardan tam anlamıyla yararlanılmaması durumu olarak bakılmaktadır. Çünkü zamanla toplumsal yapı ve işleyişler, insanların bakış açıları ve algıları değişmektedir. Bunların yanı sıra bir ülkedeki insanların ne kadarının yoksul olduğu, dolayısıyla yoksulluk oranı o ülke için belirlenen “açlık ve yoksulluk sınırı” ile ortaya konulabilmektedir (Yıldırım, 2019). Bu sınırlar, aynı zamanda ülkeler arası karşılaştırmaların daha kolay yapılabilmesine de katkı sağlamaktadır (Yaşar ve Taşar, 2019). Yoksulluğun ortaya konulmasında açlık ve yoksulluk sınırı, ele alınan temel göstergeler

arasındadır. Dört kişilik bir ailenin sağlıklı, dengeli ve yeterli beslenebilmesi için yapması gereken aylık gıda harcaması ‐Açlık Sınırı‐, dört kişilik ailenin gıda yanı sıra giyim, konut, ulaşım, eğitim, sağlık ve benzeri ihtiyaçlar için yapması gereken diğer zorunlu aylık harcamaları için hanesine girmesi gereken toplam gelir tutarı ise ‐Yoksulluk Sınırı‐ olarak tanımlanmaktadır. Aylık olarak açlık ve yoksulluk sınırını dört kişilik bir aileyi baz alarak açıklayan Türk İşçi Sendikaları Konfederasyonunun (TÜRK-İŞ) verileri incelendiğinde; Türkiye’de açlık ve yoksulluk sınırının her geçen ay ve yıl bir önceki ay ve yıldan daha da yükseldiği görülmektedir. Aralık 2021 tarihli TÜRK-İŞ raporu dört kişilik bir ailenin açlık sınırını 4.013,26 TL, yoksulluk sınırını ise 13.073 TL olarak ortaya koymuştur (<https://www.turkis.org.tr>). Ekim 2022 TÜRK-İŞ raporuna göre açlık sınırı 7.425 TL, yoksulluk sınırı 24.185 TL; Kasım 2022 TÜRK-İŞ verilerine göre açlık sınırı 7.785 TL, yoksulluk sınırı 25.365 TL iken Aralık 2022 tarihli TÜRK-İŞ raporu; açlık sınırını 8.130,56 TL., yoksulluk sınırını ise 26.483,93 TL olarak açıklamıştır (<https://www.turkis.org.tr>).

3. Yoksulluk Tanımları

Kişilerin bakış açılarına, algılarına, değer sistemlerine, içinde yaşadıkları toplumun sosyal ve kültürel yapısına ve bulunulan zamana göre değişiklik gösterebildiği için yoksullukla ilgili tek bir spesifik tanım yoktur. Bu nedenle literatürde yoksullukla ilgili birçok tanım yer almaktadır (Francis-Devine, 2022; Yaşar ve Taşar, 2019; Yıldırım, 2019). Kalkınma ekonomistlerinden Amartya Sen, yoksulluğu ‐genel kabul gören bir hayatın gerektirdiği asgari ihtiyaçlar için gerekli gelir düzeyine sahip olmamak‐ şeklinde tanımlayan geleneksel görüşlerin aksine, yoksulluğu anlamak için insanların ‐ne yapıp yapamadıklarına ve ne olup olmadıklarına‐ bakılması gerektiğini savunarak yoksulluk teorisini geliştirmiş ve yoksulluğun anlaşılmasında yeni bir çerçeve ortaya koymuştur (Ceyhan, 2016). Hobsbawm’a göre ‐yoksul toplumun temel görünümü, insanların büyük bir oranda ve belirsiz şekilde ‐kayıt dışı‐ ya da ‐paralel ekonomiye‐ kaymaları‐ olarak ifade edilmektedir (Hobsbawm, 1996). Lipton (1997), yoksulluğu kişi başına özel tüketimin belirli bir düzey altında kaldığı durum olarak tanımlamıştır. Bauman’a (1998) göre; yoksulluk ‐geçmişten miras alınan, bir nesilden diğerine aktarılan, klasik sefaletin, sanayileşmiş ülkelerdeki güçlü ekonomik büyümeye karşın devam etmesi ve buna, içinde yaşadığımız hızlı değişim çağına mahsus olan ve eşi benzeri görülmemiş boyutta yeni sorunlar eklenmesidir‐. Sosyoloji sözlüğünde yoksullaşma ‐ekonomik krizden kaynaklanan bir sorun olmanın ötesinde toplumdan soyutlanma ve toplum dışına itilme‐ olarak tanımlanmıştır (Marshall, 1999). Lewis ise yoksulluk kültürünü ‐kendi başına bir alt kültür‐ ve ‐kendisini çevreleyen ulusal kültürü etkileyen dinamik bir faktör‐ olarak değerlendirmekte, yoksulların yaşam biçiminin kendi içinde bir değeri olduğunu

ortaya koymaktadır (Wedel, 2001). Yoksulluk genel anlamıyla “insanların beslenme, barınma, sağlık gibi en temel ihtiyaçlarını karşılayamaması” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, yoksul insanların aynı zamanda başta hastalıklar olmak üzere birçok etken açısından riskli ve savunmasız durumda olduklarını da ortaya koymaktadır (Yaşar ve Taşar, 2019).

Literatürde, yoksulluğun açıklanmasında yaygın olarak ele alınan bazı tanımlar da yer almaktadır. Bunlar arasında “mutlak yoksulluk”, “görelî yoksulluk” ve insani yoksulluk” kavramları ön plana çıkmaktadır (Albayrak, 2022; Taş ve Özcan, 2012). **Mutlak yoksulluk**, “bir kişinin ya da hane halkının asgari yaşam standardı için gerekli olan en temel ihtiyaçlarını dahi karşılayamaması” olarak tanımlanmaktadır. Mutlak yoksulluk dünya genelinde bir sorun olmakla birlikte, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde daha çok karşımıza çıkmaktadır. Gıda ve gıda dışı gereksinimler dikkate alınarak ayrı ayrı belirlenebilen mutlak yoksullukta sadece gıda harcamaları dikkate alınarak “mutlak açlık sınırı” da hesaplanmaktadır. Mutlak açlık sınırı, “minimum temel gıda ürünlerinden” oluşan gıda harcaması maliyetine göre belirlenmektedir. Kişi başına günlük alınması gereken kalori miktarı esas alınarak, bu miktardan daha az kalori alan bireyler yoksulluk sınırının altında olan bireyler olarak ifade edilir (Albayrak, 2022; Arpacıoğlu ve Yıldırım, 2011; Taş ve Özcan, 2012, Tınar, 2022). Yetişkin bir kişinin günlük alması gereken minimum kalori miktarı, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 2.100 kalori olarak belirlenmiştir (Taş ve Özcan, 2012; www.tuik.gov.tr). Yoksulluğu görelî bir kavram olarak ele alan ve bireyin sosyal bir varlık olmasından yola çıkan **Görelî yoksulluk** ise, “kendisini biyolojik olarak (beslenme, barınma vb.) değil, sosyal olarak yeniden üretebilmesi için gerekli tüketim ve yaşam düzeyinin (eğitim, sağlık, sosyal katılım vb.) saptanmasını içeren bir durumu” yansıtmaktadır. Görelî yoksulluk, “asgari yaşam seviyesini yakalamış olsa da ortalama refah seviyesinin altında kalan insanların içinde bulunduğu durum” olarak ifade edilebilir. Görelî yoksulluk yaklaşımında, bir kişinin yoksul olup olmadığı sadece ne kadar gelire sahip olduğuna göre değil, aynı zamanda toplumdaki diğer kişilerin de ne kadar gelire sahip olduklarına bağlı olarak yorumlanmaktadır (Arpacıoğlu ve Yıldırım, 2011; Taş ve Özcan, 2012, Tınar, 2022). “Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının (UNDP) 1997 İnsani Gelişme Raporunda” ilk kez “İnsani Yoksulluk” kavramı tanımlanmış ve insani yoksulluğu ölçmek için “İnsani Yoksulluk Endeksi” geliştirilmiştir (Taş ve Özcan, 2012). Gelir yoksulluğu ile ilişkili olmakla birlikte insani yoksulluk, mutlak gelir üzerine odaklanan gelir yoksulluğundan farklıdır. **İnsanî yoksulluk**, sağlık, eğitim, temiz içme ve kullanma suyuna erişim gibi temel insani olanaklardan yoksun olarak tanımlanmaktadır. Kısacası, yoksulluğun insani boyutunu “insani yoksulluk” oluşturmaktadır (Tınar, 2022; Yaşar ve Taşar, 2019).

4. Yoksulluğun Ölçülmesi

Yoksulluk tanımları “yoksul olarak” kimlerin ele alınacağı konusu üzerinde dururken, yoksulluk ölçümleri ile de “yoksulluk oranları” ortaya konmaktadır. Bu doğrultuda en çok yararlanılan yoksulluk ölçümleri arasında kafa sayısı endeksi, Gini katsayısı, insani yoksulluk endeksi, çok boyutlu yoksulluk endeksi, yoksulluk açığı endeksi, Sen endeksi ve maddi yoksunluk oranı sıralanabilir. Yoksulluk sınırı altında kalan kişilerin oranındaki değişiklikleri ortaya koyan “**Kafa Sayısı Endeksi**”, yoksulluğun derecesi hakkında bilgi vermemektedir (Tınar, 2022). Yoksullar arasındaki gelir dağılımı eşitsizliğini ölçen **Gini Katsayısı**, sifıra yaklaştıkça gelir dağılımında eşitliği, bire yaklaştıkça gelir dağılımında bozulmayı ifade etmektedir (TÜİK, 2021). Son yapılan Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması (2021) sonuçlarına göre gelir dağılımı eşitsizliği ölçütlerinden biri olan **Gini katsayısının** 2020 yılında 0.410 iken 2021 yılında 0.009 puan düşerek 0.401 olduğu saptanmıştır (TÜİK, 2021). **İnsani Yoksulluk Endeksi**, 1997 yılında Birleşmiş Milletler tarafından “**İnsani Gelişmişlik Endeksinin**” geliştirilmesiyle oluşturulmuştur (Tınar, 2022). İnsani Yoksulluk Endeksi; refah, eğitim ve sağlık standardı olmak üzere 3 standart ile belirlenmektedir. Refah standardı doyurucu bir yaşam sürmeyi sağlayacak kaynaklara ulaşmaya, sağlık standardı uzun ve sağlıklı bir yaşama, eğitim standardı ise bilgi edinmeye karşılık gelmektedir (Arpacıoğlu ve Yıldırım, 2011). Sabit kesme noktalarına dayalı olan “İnsani Gelişmişlik Endeksinin” kesme noktaları; düşük insani gelişme için 0.550’den az, orta insani gelişme için 0.550-0.699, yüksek insani gelişme için 0.700-0.799 ve çok yüksek insani gelişme için 0.800 veya üstü olarak belirlenmiştir (Human Development Report 2021/2022). İnsani Gelişme 2022 Raporu verilerine göre; Türkiye’nin insani gelişmişlik endeksi puanınının 2021 yılı için 0.838 olduğu, 191 ülke içerisinde İnsani Gelişmişlik Endeksi açısından 48. sıradaya yer aldığı bildirilmektedir. Endeksin 1990 yılında Türkiye’de 0.600, 2000 yılında 0.670, 2010 yılında 0.749, 2015 yılında 0.817 ve 2020 yılında 0.833 puan olduğu dikkate alındığında, ülkemizde insani gelişmişlik endeksinin zaman içerisinde arttığı görülmektedir. Raporla, Türkiye’nin “Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi” puanınının ise 0.272 olduğu açıklanmıştır. Ayrıca raporda; COVID-19 küresel salgınının insanların hem sağlığını hem de ekonomilerini harap ettiği ve toplumsal cinsiyet eşitsizliğini derinleştirdiği, küresel salgının dünya genelindeki eşitsizlikleri, iklim şoklarını, hızlı teknolojik yenilikleri ve toplumsal güvensizlikleri daha da şiddetlendirdiği vurgulanmaktadır (Human Development Report 2021/2022). Birleşmiş Milletler tarafından 2010 yılından itibaren “İnsani Yoksulluk Endeksinin” yerini “**Çok Boyutlu Yoksulluk Endeksi**” almıştır. Yoksul grupların gelirlerinde meydana gelen değişiklikleri değerlendirmede “**Yoksulluk Açığı Endeksinden**” yararlanılmaktadır. Bu endeks, yoksulların ortalama geli-

rinin yoksulluk sınırından ne kadar uzaklaştığını ortaya koymaktadır (Albayrak, 2022; Tınar, 2022). **Sen Endeksi**, yoksul sayısının, yoksulluğun şiddetinin ve yoksullar arasındaki gelir dağılımının etkilerini birleştiren ve Gini Katsayısı ve Yoksulluk Açığı ile birlikte kullanılan bir endekstir (Albayrak, 2022). “**Maddi Yoksulluk Oranı**”, bireylerin ekonomik açıdan zorluk çektiği bir yoksulluk oranıdır. Maddi yoksulluğun göstergeleri arasında kira, barınma, ısınma, gıda tüketimi, kırmızı et ve beyaz et tüketimi, tatil harcaması, telefon, televizyon, otomobil gibi harcamaların maddi olarak karşılanmaması durumları yer almaktadır. Burada sıralanan göstergelerin en az dördünü karşılayamayanların oranı olarak tanımlanan “ciddi maddi yoksulluk oranı”, 2020 yılında %27.4 iken 2021 yılında 0.2 puan azalarak %27.2 olmuştur (TÜİK, 2021).

5. Yoksulluğun Boyutları

5.1. Dünyada yoksulluk

Dünya genelinde çok sayıda ülkede yüksek düzeyde yoksulluk yaşandığı, Türkiye'nin de içinde bulunduğu birçok ülkede yoksulluğun önemli bir sosyal olgu olduğu görülmektedir (www.worldbank.org). Dünyanın en yoksul 41 ülkesinin gayrisafi milli hasılasının, dünyanın en zengin 7 insanının mal varlıklarının toplamından daha az olduğu ifade edilmektedir (Yar 2015). Dünya nüfusunun onda birinin dünyadaki gelirin %70'ine sahip olduğu, nüfusunun yaklaşık yarısının günlük 2 dolarlık, yaklaşık beşte birinin ise 1 dolarlık yoksulluk sınırının altında yaşadığı bildirilmektedir (DPT, 2007; Yaşar ve Taşar, 2019). Dünya genelinde milyonlarca insanın açlık sınırında yaşadığı, yoksul ve zengin arasındaki farkın da giderek arttığı belirtilmektedir (Ceyhan, 2016). Yine dünya genelinde fakir ülkelerde yaşayan çocukların %50'si yetersiz beslenirken, zengin ülkelerde yaşayan çocuklardaki yetersiz beslenme oranının sadece %5 olduğu ifade edilmektedir (DPT, 2007; Yaşar ve Taşar, 2019). Dünya genelinde yaşayan 2.2 milyar çocuktan 1 milyar kadarı (yaklaşık her iki çocuktan biri) yoksulluk içinde yaşamaktadır (Yar, 2015).

Dünya Bankası Yoksulluk ve Paylaşılan Refah raporunda hâlen Dünya'da 115 milyon kişinin aşırı yoksulluk içinde yaşadığı ve COVID-19 salgını yüzünden bu sayıya 88 milyon kişinin daha eklenebileceği belirtilmiştir (<https://openknowledge.worldbank.org>). Yine Dünya Bankası raporu; çatışma, iklim değişikliği ve COVID-19 pandemisinin, en düşük gelire sahip olanların yaşam standartlarını olumsuz yönde etkilediğini ve 2022 yılı sonuna kadar 150 milyon kişinin aşırı yoksulluğa itilebileceğini ortaya koymaktadır (<https://www.iklimhaber.org>). Dünya Bankası verileri, pandeminin 2020 yılında 70 milyon insanı aşırı yoksulluğa sürüklediğini ve “Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden” biri olan “aşırı yoksulluğu sona

erdirme” hedefine 2030 yılına kadar ulaşılmasının pek mümkün olmadığını bildirmektedir. Dünya Bankasının “Yoksulluk ve Paylaşılan Refah” raporu, çoğu Sahra Altı Afrika’da olmak üzere yaklaşık 600 milyon insanın 2023 yılına kadar günde 2.15 doların altında yaşamaya devam edeceğini ortaya koymaktadır (<https://turkonfed.org/tr>). Günümüzde, Birleşik Krallıkta, nüfusun yaklaşık %40’ının düşük gelir nedeniyle yoksulluk içinde yaşadığı belirtilmektedir (Francis-Devine, 2022). Küresel Çok Boyutlu Yoksulluk Endeksi 2022 verileri; 111 ülkede 1.2 milyar insanın (dünya nüfusunun yaklaşık beşte biri) çok boyutlu yoksulluk içinde yaşadığını ve bu insanların yarısının 18 yaş altındaki çocuklardan oluştuğunu göstermektedir. Aynı veriler; yoksul insanların çoğunun Sahra Altı Afrika ve Güney Asya bölgelerinde yaşadığını ve COVID-19 salgınının Çok Boyutlu Yoksulluk Endeksi değerlerini 3-10 yıl kadar gerilediğini ortaya koymaktadır (Global Multidimensional Poverty Index 2022).

5.2. Türkiye’de yoksulluk

Türkiye, OECD’ye üye olan 34 ülkeden en zengin %10 ile en yoksul %10 arasındaki gelir farkının en yüksek olduğu 31. ülke konumundadır (Yar, 2015). Türkiye’de yoksulluğun boyutlarını ortaya koymada sınırlı çalışma olmakla birlikte (Arpacıoğlu ve Yıldırım, 2011), yoksulluk konusunda Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından düzenli olarak yürütülen “Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması” verileri yer almaktadır. TÜİK tarafından son yapılan “Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması-2021 verilerine göre Türkiye’de gelir eşitsizliği oranının 7.6 olduğu belirlenmiştir. En yüksek gelire sahip %20’lik grubun gelirinin en düşük gelire sahip %20’lik grubun gelirine oranı şeklinde hesaplanan “Gelir eşitsizliği oranı” küçüldükçe, gelir eşitsizliği azalmaktadır (TÜİK, 2021). Bir önceki yılın gelir eşitsizliği oranının 8.0 olduğu dikkate alındığında, Türkiye’de gelir eşitsizliğinin bir yıllık süreç içerisinde küçük bir oran da olsa azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (TÜİK, 2020). Yine sosyal olarak dezavantajlı gruplar için olumlu bir gelişmenin de; Türkiye’de 2012 yılından itibaren uygulanan Genel Sağlık Sigortası, 2004 yılındaki Yeşil Kart uygulaması ve sağlık güvenlik sisteminin birleştirilmesi sayesinde Türkiye’de sosyal korumasız nüfus oranında meydana gelen azalmalar olduğu belirtilmektedir (Cinaroğlu, 2021).

İki bin yirmi bir yılı verilerini içeren aynı araştırma sonuçlarına göre; Türkiye’de en düşük gelire sahip %20’lik grubun toplam gelirden aldığı payın %6.1, göreceli yoksulluk oranının %14.4, maddi yoksunluk oranının %27.2, sürekli yoksulluk oranının ise %13.8 olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2021). Aynı yıl verileri; ülkemizde toplumun %57.5’inin kendilerine ait bir konutta yaşadığını, %63.7’sinin ise taksit ödemelerinin ve borçlarının olduğunu ortaya koymuştur. Medyan gelirin %60’ı dikkate alınarak belir-

lenen yoksulluk sınırına göre yoksulluk oranının 2020 yılında %21.9 iken, 2021 yılında %21.3 olduğu saptanmıştır (TÜİK, 2020; TÜİK, 2021).

Zamana göre değişen bu yoksulluk oranları, aynı zamanda yaşanan çevreye, hane halkı büyüklüğüne ve eğitim düzeyine göre de farklılık gösterebilmektedir. Yaşanılan yerin kırsal ya da kentsel oluşu, kırsal ve kentsel yoksulluk kavramlarını ortaya çıkarmaktadır (Yaşar ve Taşar, 2019). **Kırsal yoksulluk**, “tarımsal faaliyetlerin azalması ya da durması sonucunda gelirin azalması şeklinde ortaya çıkan yoksulluk durumudur”. Tarım alanlarının azalması, teknolojinin gelişmesi gibi nedenlerle kırsal bölgelerden kentsel bölgelere iç göçler olmakta; kentlere göç edilmesi sonucunda işsizliğin artması, alt yapı yetersizlikleri gibi nedenlerle kentlerde yoksulluk oranları daha da artmaktadır. Böylelikle **kentsel yoksulluk** “kentlerde yaşayan insanların geçinmelerini sağlayacak yeterli olanaklara sahip olamaması durumu” olarak karşımıza çıkmaktadır (Ceyhan, 2016; Karakoyun, 2013; Yaşar ve Taşar, 2019). Hane halkı büyüklüğü de yoksullukta belirleyici olmaktadır. Tek kişilik hanelerde yoksulluk oranının düşük olduğu, hanede yaşayan birey sayısı arttıkça yoksulluk oranlarının da arttığı belirtilmektedir (Yaşar ve Taşar, 2019). Yine eğitim düzeyi de yoksullukla yakından ilişkilidir. Eğitim düzeyi arttıkça yoksulluk olasılığı azalmaktadır. Son TÜİK verilerine göre, yoksulluk oranı okur-yazar olmayan bireylerde %24.1 iken, bu oran lise ve dengi okul mezunlarında %7.5, yükseköğretim mezunlarında ise %2.5 olarak saptanmıştır (TÜİK, 2021).

6. Yoksulluğun Nedenleri

Yoksulluğun anlaşılması ve yoksullukla mücadele etmenin temelinde yoksulluğun nedenlerinin bilinmesi yatmaktadır. Yoksulluğun nedenleri arasında; işsizliğin artması, enflasyon, gelir dağılımındaki eşitsizlikler, savaşlar, iç ve dış göçler, ülkede meydana gelen ekonomik krizler, ırk ve cinsiyet esasına dayalı ayrımcılıklar, Uluslararası Para Fonu (IMF) ve Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşların az gelişmiş ülkelerde uyguladıkları yapısal uyum programları, kamu harcamalarının azaltılması ve üretim ilişkilerinin üretici güçlerin gelişmesini engellemesi gibi nedenleri saymak mümkündür (Barfield, 2021; Yıldırım, 2019; Yücel, 2017). Küreselleşen dünyada ekonomik ve toplumsal ve kültürel yapıda meydana gelen değişimlerin, yanlış ekonomi politikalarının, iklim değişikliklerinin, üretim yetersizliğinin, gelir dağılımındaki dengesizliklerin, ayrımcılıkların, toplumsal tabakalaşmaların ve özellikle de hızlı nüfus artışının yoksulluğu artırdığı belirtilmektedir. Yoksulluğun derinliğinin hem dünya genelindeki ülkeler arasında hem de ülkelerin farklı bölgeleri arasında giderek arttığı ve gelir farklılıklarının daha da derinleşmeye başladığı vurgulanmaktadır (Albayrak, 2022; Barfield, 2021; Tınar, 2022). Tüm bu nedenlere ek olarak adaletsiz vergi sistemi, yanlış vergi politikaları, piyasada tekelleşmelerin

olması, yüksek faiz ve rant ekonomisi, eğitim politikalarının yetersizliği, miras yoluyla elde edilen gelirler, bireyler arasındaki yetenek farklılıkları da yoksulluk nedenleri arasında yer almaktadır (Yar, 2015).

Yoksulluğun nedenleri genel olarak incelendiğinde, yoksulluğun daha çok **ekonomik** nedenlerden kaynaklandığını, bunun yanı sıra politik, ekolojik ve sosyolojik nedenlerin de yoksullaşmayı artırdığı belirtilmektedir. **Politik** olarak ulusal ve uluslararası genel politika ve stratejilerin, siyasi yapı işleyişlerinin, sosyal örgütlenme sorunlarının, karar alma mekanizmalarına katılım yetersizliklerinin; **ekolojik** olarak iklim değişikliklerinin, kuraklığın, deprem, sel, heyelan gibi doğal afetlerin yol açtığı yıkımların; **sosyolojik** olarak eğitim düzeyi düşüklüğünün, hane halkının sayısal olarak büyüklüğünün, gelir yetersizliklerinin, hane reisinin kadın olmasının yoksulluk oranlarını yükselttiği bildirilmektedir (Albayrak, 2022).

Yoksulluk, sosyal, ekonomik ve siyasal faktörün sonucu olarak görülmektedir. Ayrıca, yoksulluğun ortaya çıkmasında majör faktörlerin yanı sıra, kültürel öğeler ve bireysel özellikler gibi minör faktörler de bulunmaktadır (Açıkgöz ve Yusufoglu, 2012). Kúsmez'in (2018) yaptığı bir çalışmanın sonucunda sosyal yardıma başvuran kişilerin büyük bir kısmını 31-45 yaş arası grup oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan bireylerin büyük çoğunluğu kadındır. Bu durumda bir kadın yoksulluğundan bahsetmek mümkündür ve cinsiyet yoksulluğu doğrudan etkileyen bir faktördür. Sosyal yardıma başvuran bireylerin çok büyük çoğunluğunun hanesine gelen aylık gelir 1400 TL'dir. Bu noktada iş ve meslek durumlarının geliri doğrudan etkilediği aşikârdır (Kúsmez, 2018).

7. Yoksulluğun Etkileri

7.1. Yoksulluğun ekonomik etkileri

Ekonomik kaynaklara yetersiz erişimleri nedeniyle yoksullar, oldukça düşük düzeyde mal ve hizmet tüketenler olarak tanımlanmaktadır (Larsson ve Halleröd, 2008). Yoksulluk genel olarak asgari yaşam standardını sağlayacak gelirden yoksun olmak olarak tanımlanmaktadır ve maddi yetersizlikler nedeniyle çeşitli kaynaklara erişememeleri ve üretime katılmamaları söz konusudur (Şahin, 2009). Yoksulluk oranı gelir dağılımının önemli bir göstergesidir (Çalışkan, 2010).

7.2. Yoksulluğun sosyal etkileri

Yoksulluk bireyler, aileler ve topluluklar için benzersiz bir sosyal dezavantaj durumunu ortaya çıkarır ve bu durum yoksul insanlar için önemli bir savunmasızlık nedenidir (Gillum, 2019). Yoksulluk sadece ekonomik bir sorun değildir. Yoksulluğun günümüzde sosyal eşitsizlikler ile birlikte ele alınan çok boyutlu bir kavram olarak değerlendirilmesi daha doğru

olacaktır (Polat, 2019). Yoksulluk, insanların toplumla ilişki kurmalarını ve sosyalleşmesini de olumsuz yönde etkilemektedir (Waterall ve ark., 2022). Yoksulluk sosyal dışlanmaya yol açabilmektedir, aynı şekilde sosyal dışlanma da yoksulluğa neden olabilmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletlerinde siyah ırktaki kadınların gebelikle ilişkili ölüm oranlarının beyaz ırktaki kadınlardan daha yüksek olduğu, bu durumun temelinde ise ırka dayalı ayrımcılıklar ve eşitsizlikler olduğu bildirilmektedir (Barfield, 2021). Refah problemleri genellikle yoksulluğa neden olduğundan, yoksullukla diğer refah problemleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi güç olmaktadır (Larsson ve Halleröd, 2008). Sosyal dışlanmanın en önemli özelliği, yoksulluğun neden olduğu çok çeşitli sosyal problemlerin aynı anda hissedilmesidir (Aytaç, 2006). Yoksulluğun neden olduğu diğer sosyal sorunlar arasında; yüksek işsizlik, aile düzeninin bozulması ve aile içi şiddet, sağlıksız konutlarda yaşama, aşırı kalabalık, düşük ya da sınırlı eğitim fırsatı, sınırlı sosyal olanaklar, konut hareketliliği, yüksek suç ve şiddet oranları sıralanabilir (Gillum, 2019).

7.3. Yoksulluğun anne ve çocuk sağlığı üzerine etkileri

Sağlık, yalnızca bireysel faktörlerden değil aynı zamanda sosyal, kültürel ve çevresel faktörlerden de olumlu ya da olumsuz yönde etkilenmektedir. Sosyal açıdan dezavantajlı bir konumda olmak, başta ana-çocuk sağlığı olmak üzere yaşam boyu tüm bireylerin sağlığını etkilemektedir. Düşük eğitim düzeyi, düşük sosyoekonomik düzey, işsizlik, sosyal güvencesizlik ve yoksulluk gibi faktörlerin daha çok üreme çağındaki kadınlar, bebek ve çocuklar olmak üzere tüm toplumun sağlığını nesiller boyunca olumsuz yönde etkilediği vurgulanmaktadır. Sosyal dezavantajlı bir ortamda yaşayan ve üreme çağındaki bir kadının gebelik, doğum ve doğum sonrası gelişebilecek komplikasyonlar açısından daha fazla risk altında olduğu bildirilmektedir. Yine aynı ortamda dünyaya gelen bebeklerin ve çocukların da büyüme ve gelişme süreçlerini sağlıklı bir şekilde geçiremeyecekleri, hastalık ve sakatlık risklerinin daha fazla olacağı ve sonuçta yetişkinliklerinde de bu sosyal dezavantaj döngüsünün devam edeceği belirtilmektedir (Barfield, 2021). Yoksulluğun çocuklarda bilişsel işlev sorunlarına, ruhsal sorunlara ve çocukluk obezitesine yol açtığı, hatta çocuklukta sağlık durumunun yetişkinlik çağındaki sağlıkları üzerinde uzun vadeli etkileri olabileceği bildirilmektedir (Chokshi, 2018; Murray ve ark., 2022; Tao ve ark., 2021). Yoksulluğun aynı zamanda kadına yönelik şiddet için de önemli bir risk faktörü olduğu vurgulanmaktadır (Gillum, 2019).

7.4. Yoksulluğun beden ve ruh sağlığı üzerine etkileri

Yoksulluk, sağlığa yönelik en büyük tehdit olarak tanımlanmaktadır (Swinnerton, 2006). Sosyoekonomik düzey düştükçe hastalık oranları art-

makta, yaşam beklentisi azalmakta, yeterli beslenememe, temiz olmayan ortamlarda bulunma, kalabalık ev ortamında yaşama gibi nedenlerle birlikte sağlıksızlık da beraberinde görülmektedir (Polat, 2019). Yoksulluk, daha yüksek kronik ve akut hastalık oranları ve daha düşük yaşam beklentisi ile de yakından ilişkilidir (Chetty ve ark., 2016; Murray ve ark., 2022). Yoksul bireyler sağlık hizmetlerine erişimde engellerle karşılaşabilmekte ya da daha varlıklı olan akranlarına sunulan kalitede tıbbi bakım alamamaktadır (Murray ve ark., 2022). Yoksul bireyler eğitim olanaklarından da daha az yararlanmaktadır. Bu durum ise yoksulların iş ve meslek edinme şansını azaltmakta dolayısıyla vasıfsız ve güvencesiz işlerde çalışmasına daha az para kazanmasına veya işsiz kalmasına neden olmaktadır. İşsizlik arttıkça yoksulluk daha da derinleşmekte kendilerinin ve sorumlu oldukları aile üyelerinin yaşamlarını idame ettirme çabaları yoksul bireylerin ruh sağlığını zedelemektedir (Awan, 2018). Ayrıca, yoksul ailelerin çocukları, aile içinde daha fazla ihmal ve istismara uğramaktadır (Li ve ark., 2019). Yürütülen birkaç çalışma, yoksulluğun yaşlı bireylerde ruh sağlığını olumsuz yönde etkilediğini, bilişsel bozulma ve depresyon ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Banks ve ark., 2017; Foong ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2015). Yoksul insanların içinde buldukları olumsuz şartlarla ve stresle baş etmede etkisiz bir yöntem olarak sigara içme gibi sağlığa zarar verici davranışlarda bulunma olasılıklarının da daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Swinnerton, 2006; Waterall ve ark., 2022).

8. Yoksulluğun Yol Açtığı Sorunlar

Bir ülkede gelir dağılımının eşit olmaması, insanların geçim sıkıntısı yaşamalarına ve mutsuz olmalarına sebep olmaktadır. Gelir eşitsizliğindeki artış ile yoksul aileler, çocuklarını çalıştırmak zorunda kalmaktadır. Böylece birçok insan yasal yollarla elde edemediği geliri yasadışı yollarla edinmeye çalışmaktadır (Yersiz, 2018). Yoksulluğun ifade edilen tüm bu nedenlerinin meydana getirdiği sonuçlar toparlanacak olursa genel anlamda; psikolojik rahatsızlıklar, aile içi sorunlar, karakter erozyonu, suç oranlarında artış, eğitim oranında düşüklük, çocuk işçiliğinde artış ve sağlıkta eşitsizlikler gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Odabaşı, 2009).

9. Yoksulluğun Önlenmesine Yönelik Geliştirilen Politika ve Yaklaşımlar

9.1. Dünyada yoksullukla mücadele politikaları

- **Dünya Bankası'nın rolü:** Ekonomik büyüme, sivil toplum kuruluşlarının etkinliğini artırma, çevreyi koruma ve ilgili ülkenin Dünya Bankası'na olan borçlarını düzenleme gibi temel konularda çalışmaları bulunmaktadır (<https://www.worldbank.org>).

- **IMF'nin rolü:** IMF ve Dünya Bankası, Ağır Borç Yükü Altındaki Yoksul Ülkeler (HIPC) Girişimi ve Çok Yönlü Borç Hafifletme Girişimi (MDRI) gibi projeler yapmaktadırlar (<https://www.imf.org>).

- **Birleşmiş Milletlerin (BM) rolü:** BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), BM Çocuklara Yardım Fonu (UNICEF), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), BM Nüfus Fonu (UNFPA) BM'nin ortak çalışmalar yürüttüğü kuruluşlardan bazılarıdır (<https://journalo.com.tr>).

- **Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD):** OECD, sosyal politikalarda istihdam garantisi, emekli maaşı, çocuk ve engelli ödeneği, kırsal kesimlerde ekonomik büyümenin teşvik edilmesi gibi konular üzerinde çalışmalar yapmaktadır (<https://www.mfa.gov.tr>).

- **Mikrokredi uygulaması:** Mikro kredi, resmî finans kuruluşlarından faydalanamayan yoksul ailelerin istihdama katılmaları için, çok küçük miktarlarda kredi (mikro kredi) verilmesidir (DPT, 2007).

- **Sosyal Devlet ve Sosyal Yardımlaşma:** Her vatandaşın refahını artırmak için asgari ücret uygulaması, meslek eğitimi, parasız eğitim gibi çalışanların lehine uygulamalar düzenlenmiştir (Yücel, 2017).

9.2. Türkiye'de yoksullukla mücadele politikaları

- **Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Fonu:** Yardım faaliyetleri ile sosyal güvencesi olmayan yoksul, kimsesiz, muhtaç ve düşkün vatandaşların sorumluluklarını üstlenmektedir (<https://www.aile.gov.tr>).

- **Aile yardımları:** Aile yardımları arasında, barınma, gıda, yakacak yardımları bulunmaktadır (<https://www.aile.gov.tr>).

- **Eğitim yardımları:** Eğitim materyali yardımı, özürllülere yönelik yapılan yardımlar, şartlı yardım transferleri ve yükseköğrenim bursu eğitim bursları arasında yer almaktadır (<https://www.aile.gov.tr>).

- **Özel amaçlı yardımlar:** Doğal afet, terör, yangın gibi durumlara maruz kalan vatandaşlara çeşitli yardımlar yapılmaktadır (<https://www.aile.gov.tr>).

- **Sağlık yardımları:** Nüfusun en yoksul kesimindeki ailelere tedavi giderleri için destek sağlanmaktadır (<https://www.saglik.gov.tr>).

- **İstihdam projeleri:** İş ve İşçi Bulma Kurumu İŞKUR, yeniden yapılanarak, aktif ve pasif işgücü politikalarını etkin bir şekilde uygulayabilecek bir yapıya dönüştürülmüştür (<https://www.iskur.gov.tr>).

- **Konut projesi:** Türkiye'de yaşanan konut sorununun artarak devam etmesi nedeniyle Acil Eylem Planı uygulaması ile harekete geçerek, Ocak 2003'ten itibaren toplu konut ve kentsel dönüşüm uygulamalarına

hız verilmiştir (<https://www.toki.gov.tr>).

- **Mikro kredi uygulaması:** 2002 yılında Kadın Emegini Değerlendirme Vakfı (KEDV), evinde, tezgâhında ya da dükkânında kendi işini yapan ya da bir iş kurmak isteyen dar gelirli kadınlara maddi destek vermeyi amaçlamaktadır (Gökyay, 2008).

- **Belediyelerin sosyal yardım faaliyetleri:** Belediyeler yardıma muhtaç olan yaşlıların barınmasına yönelik huzurevi yapımı, yaşlılar için ücretsiz muayene ve ilaç yardımı, gıda, yakacak, belediye otobüslerinin ücretsiz veya indirimli hale getirilmesi gibi desteklerde bulunmaktadır (Çiçek, 2012).

10. Yoksulluğun Önlenmesine Yönelik Sağlık Çalışanlarının Rol ve Sorumlulukları

Sağlık profesyonelleri ve hemşirelerin, yoksulluk gibi sağlık sorunlarının ele alınması için meslekler arası ekipler içinde çalışmayı içeren eğitim almaları gerekmektedir. Sağlık hizmeti sağlayıcılarından oluşan ekipler, sağlık eğitimindeki uçurumu kapatarak, hastalara ve yoksullara daha iyi bakım sağlayarak entegre bakım sağlamak için birlikte çalışmalıdırlar. Bu bağlamda genel olarak sağlık çalışanlara büyük bir yük düşse de özelde hemşirelik mesleğinin sorumluluğu daha fazla olmaktadır (Phillips ve ark., 2020). Hemşirelerin yoksulluk içindeki hastalara sağlık hizmetleriyle etkin bir şekilde yardımcı olmaları için hemşirelik öğrencilerinin yoksulluk içindeki bireylerin karşılaştığı zorlukları anlayacak şekilde eğitim almaları gerekmektedir (Johnson ve Howell, 2017). Tüm sağlık çalışanlarının ve özelde hemşirelerin lisans ve lisansüstü eğitim müfredatlarında toplumda karşılaşılan sosyal sorunlara, yoksulluğa, işsizliğe ve bu sorunların insanların yaşamını nasıl etkilediğine yönelik konular-dersler yer almalıdır (Chamberlain ve ark., 2016). Hemşirelik öğrencilerini yoksulluk içindeki bireylere daha iyi bakmaları için hazırlamanın en iyi yollarından biri, hemşirelik öğrencilerine disiplinler arası takımlarda nasıl çalışacaklarını öğretmektir (Hu ve ark., 2018). Yine yoksulluğa yönelik farkındalık ve empati geliştirmeleri için sağlık çalışanlarının mezuniyet sonrası sürekli eğitim almalarının önemli olduğu, hatta yoksulluk simülasyonları gibi deneyime dayalı öğrenme etkinliklerinin sağlık çalışanlarının yoksulluğa ilişkin duyarlılıklarını artırmada etkili olabileceği vurgulanmaktadır (Murray ve ark., 2022; Sams ve ark., 2019).

Yoksulluğun, yoksul insanların içinde buldukları durumdan nasıl etkilendiklerinin ve yoksulluğa bağlı yaşadıkları sağlık sorunlarının daha iyi anlaşılmasında sağlık çalışanları tarafından yoksulluk ve sağlık ilişkisini ortaya koyan çalışmaların yapılması ve bu çalışma sonuçlarının kamuoyu ile paylaşılması büyük önem taşımaktadır. Yoksulluk ve sağlık ilişkisini

inceleyen çalışmalar, sağlık profesyonellerinin yoksulluktan kaynaklanan sağlık eşitsizliklerine yönelik bakım sağlamak için neler yapılabileceği konusunda bir anlayış geliştirmeleri açısından da önemlidir (Klopper, 2007; Turk ve Colbert, 2018). Taş ve Akın (2020) tarafından hemşirelik öğrencilerinin yoksulluğa ilişkin bakış açılarının incelendiği çalışmada; öğrencilerin, yoksulluk ve sağlık arasındaki ilişkinin farkında oldukları ancak yoksul insanlara sunulacak hizmetleri mezuniyet sonrası rolleri arasında görmedikleri saptanmıştır. Hemşirelik eğitiminde yoksulluğu öğretmenin öneminden söz edilen bir çalışmada, hemşirelik müfredatında yoksullukla ilgili içeriğin ve etkili öğretim stratejilerinin kullanılmasının önemli olduğu bildirilmiştir (Reid ve Evanson, 2016).

Ergül (2005) tarafından yoksulluğun ekonomik ve sosyal boyutu, yoksulluk ve sağlık ilişkisi ve konuya yönelik hemşirelerin hizmet yaklaşımının ele alındığı bir çalışmada, özellikle yoksullara eğitim, sağlık ve sosyal güvenlik hizmetlerine yönelik çabaların artırılması ve yeni iş olanaklarının oluşturulmasının önemine değinilmiş ve bu bağlamda hemşirelerin üstlerine düşen görevi yerine getirmeleri gerektiğine vurgu yapılmıştır. Soner ve Aydın-Avcı'nın (2019) içerisinde yoksulların da yer aldığı savunmasız gruplarla ilgili yaptıkları çalışmada, halk sağlığı hemşirelerinin bu bireylerin sağlık gereksinimlerini dikkatle ele alması ve toplumda bu bireylerle yönelik farkındalık çalışmaları yapmaları gerektiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada, planlı bir halk sağlığı hemşireliği uygulamasının bu bireylerin dezavantajlı alandan çıkmalarına katkı sağlayacağı vurgulanmıştır. Cohen ve Reutter (2007), halk sağlığı hemşirelerinin çocuk ve aile yoksulluğunu en iyi nasıl ele alabilecekleri konusunda yaptıkları çalışmalarında, halk sağlığı hemşirelerinin öncelikle yoksulluk içinde yaşayan ailelerin uygun hizmetlere erişmelerine yardımcı olmaları ve bunun yanı sıra politika savunuculuğu yoluyla yoksulluğun nedenlerini ve sonuçlarını ele almaları gerektiğini belirtmişlerdir. Literatürde yoksulların sağlığını etkileyen faktörleri, yoksulluk ve sağlık ilişkisini ortaya koyan başka birçok çalışma mevcuttur (Beyaz-Sipahi, 2021; Foong ve ark., 2021; Karataş, 2008; Kaynak, 2006; Kurşun, 2015; Özen, 2008; Şantaş, 2017).

Yoksulluğun azaltılması için hemşirelerin; yoksulluk-sağlık ilişkisinin toplum tarafından fark edilmesine öncülük etmeleri, hizmet ettikleri bölgelerde sağlığı koruyarak ve geliştirerek insan haklarının bir uygulayıcısı olmaları, toplumsal eşitsizliklerle daha çok ilgilenmeleri, toplum adına sözcülük yapmaları ve politik güçlerini kullanmaları gerekmektedir. Özellikle halk sağlığı hemşirelerinin yoksulluğun ekonomik, politik, sosyal etkilerini azaltan proje, programlar ve yapısal reformların desteklenmesinde, yoksul bireylerin toplumsal yaşamın içerisine katılımının sağlanmasında, yaşam kalitelerinin artırılmasında mesleki rollerini kullanmaları önemlidir. Çünkü halk sağlığı hemşireleri, sahada ev ziyaretleri yaparken veya

okullarda sağlığı geliştirme ve hastalıkları önleme hizmetlerini sunarken her gün düşük gelirli ailelerle karşılaşmaktadır. Yine halk sağlığı hemşirelerinin çalışma alanlarının önemli bir bölümünü ana-çocuk sağlığı hizmetlerinin oluşturduğu dikkate alındığında, çocuk-aile yoksulluğu üzerindeki olası etkileri güçlü olmaktadır (Cohen ve Reutter, 2007; Waterall ve ark., 2022). Aynı zamanda halk sağlığı hemşirelerinin işsiz/yoksul birey ve ailesinin ruh sağlığının korunması amacıyla sağlığın sosyal belirleyicilerine dikkat çekmek ve sağlığı iyileştirmek için etkili stratejiler geliştirilmesinde liderlik rolü üstlenmesi, topluma karşı onların savunucusu olması, ailenin baş etme becerilerini, yaşamı sürdürme çabalarını ve kaynaklarını desteklemesi, uygun toplum kaynaklarının kullanımında aileye rehberlik etmesi gerekmektedir (Karadağ ve Mermer, 2020).

Bu bakış açısıyla hemşirelerin yoksul birey, aile ve topluma yönelik uygulamaları; yoksul insanların sağlık durumu ve gereksinimlerini belirlemek, uzun süreli tedavi edici ilişkiler kurmak, yoksulların sağlık hizmetlerine ulaşmasını sağlamak, hizmetin sunumunu aile yararına kolaylaştırmak, ailenin baş etme becerilerini, yaşamı sürdürme çabalarını ve kaynaklarını desteklemek, birey ve aile için savunucu olmak (savunuculuk yapmak), uygun toplum kaynaklarının kullanımında aileye rehberlik etmek (örneğin, sığınma evleri, çocuk bakım evleri, yoksullar için sağlık merkezleri gibi), farklı disiplinlerle ve profesyonellerle iletişim ve işbirliği kurmak, yaşlı insanların koruma evlerine ve beslenme güvenliğine ulaşmalarını sağlamaya çalışmak, bölgesel yöneticilerle iletişim ve işbirliği kurmak, yoksulluğun olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik müdahalelerde bulunmak olarak sıralanabilir (Ergül, 2005; Lapena ve ark., 2022; Wahlbeck ve ark., 2017).

11. Yoksulluğun Önlenmesine Yönelik Ulusal Düzeyde Yönetimsel Sorumluluklar

Savunmasız grupların sağlık harcamalarının ve cepten ödemelerinin azaltılması için gelir dağılımı eşitsizliklerinin azaltılması ve hükümetin yoksullar için sağlık sigortası kapsamını genişletmesi gerekmektedir (Cinaroglu, 2021). Sosyal olarak dezavantajlı bölgelerde yaşayan insanlar için sosyal ve halk sağlığı politika ve programlarının planlanması ve uygulanması önemlidir (Lapena ve ark., 2022). Toplumun eğitimine, istihdamına ve sosyal güvenliğine yönelik projeler üretilmelidir. Gelir seviyelerinin artırılması, yatırımların yapılması yoksulluğun azaltılmasında etkili olacaktır. Aşırı derecede yoksul nüfusun sağlık durumunun iyileştirilmesine yönelik etkili kamu politikaları geliştirilmelidir. Sağlığın insanların çalışıp üretmesini, dolayısıyla gelir düzeylerini ve yoksulluğu etkilediği dikkate alındığında sağlık hizmetlerinin etkili bir şekilde sunulması ve toplumun sağlık düzeyinin yükseltilmesinin yoksulluğun azaltılmasında önemli olduğu vurgulanmaktadır (Liu ve ark., 2019).

12. Sonuç

Sonuç olarak yoksul insanlar varlıklı insanlara göre daha sık hastalanmakta ve yoksul insanlar daha kötü ekonomik, sosyal, politik ve fiziksel koşullar nedeniyle daha genç yaşta ölmektedir. Yoksulluğun önlenmesi ve sağlık eşitsizliklerinin ortadan kaldırılması için, sağlığın sosyal belirleyicilerinin ülke yöneticileri ve sağlık hizmeti sağlayıcıları tarafından mutlaka dikkate alınması gerekir. Yoksulluk ve etkilerine odaklanan eğitim, sağlık profesyonellerinde empati ve duyarlılığı teşvik etmek için hayati önem taşımaktadır. Sosyal olarak dezavantajlı bireylerin, en başta da anne ve çocukların sağlık çalışanları tarafından sağlık durumlarının yakından izlenmesi, sağlıklarını korumaya ve geliştirmeye yönelik eğitim, danışmanlık ve rehberlik hizmetlerinin etkili bir şekilde sunulması, sağlık sorunları olduğunda bakım ve tedavi desteğinin sağlanması önemlidir. Ayrıca, erişilebilirlik sorunlarının çözümüne yönelik olarak yoksulların sağlık güvencelerinin sağlanması, sağlık kuruluşlarından ücretsiz olarak yararlanmaları, yerel yönetimler ve sosyal hizmet kurumları ile işbirliği yapılması önerilmektedir. Sosyal hizmet uzmanları tarafından yoksul ve dezavantajlı birey ve ailelerin yakından takip edilmesi, maddi yoksunluklarının giderilmesine yönelik müdahaleler geliştirilmesi de elzemdir.

KAYNAKÇA

1. Açıkgöz, R., & Yusufoglu, Ö. Ş. (2012). Türkiye’de yoksulluk olgusu ve toplumsal yansımaları. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 76-117.
2. Ak, M. (2016). Toplumsal bir olgu olarak yoksulluk. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 54, 296-306.
3. Albayrak, Ş. G. (2022). 2005 yılı sonrası Türkiye’de yoksulluk üzerine bir değerlendirme. *Journal of Recreation and Tourism Research /JRTR*, 9(1), 72-86. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6399151>
4. Arpacioğlu, Ö. & Yıldırım, M. (2011). Dünya’da ve Türkiye’de yoksulluğun analizi. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(2), 60-76.
5. Awan, A. B. I. (2018). Poverty and mental health. *International Journal of Emergency Mental Health and Human Resilience (IJEMHHR)*, 20(3), 1-3. <https://doi.org/10.4172/1522-4821.1000405>
6. Aytaç, S. (2006). “Sosyal hizmetler ve sosyal dışlanma”. *Bilimin Işığında Aydınlanma Seminerleri*, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
7. Banks, L.M., Kuper, H., & Polack, S. (2017). Poverty and disability in low- and middle- income countries: A systematic review. *PLoS One*, 12(12), e0189996. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189996>.
8. Barfield, W. D. (2021). Social disadvantage and its effect on maternal and newborn health. *Seminars in Perinatology*, 45(4), 151407. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2021.151407>
9. Bauman, Z., (1998). *Work, Consumerism and the New Poor*. Buckingham: Open University Press, 106pp.
10. Beyaz-Sipahi, B. (2021). Türkiye’de yoksulluk üzerine sağlık ve eğitim harcamalarının etkisi. *Social Sciences Development Journal*, 6(25), 64-74. <http://dx.doi.org/10.31567/ssd.402>
11. Ceyhan, T. (2016). Küreselleşme Sürecinde Türkiye’de Yoksulluk Sorunu. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
12. Chamberlain, L. J., Hanson, E. R., Klass, P., Schickedanz, A., Nakhasi, A., Barnes, M. M., Berger, S., Boyd, R. W., Dreyer, B. P., Meyer, D., Navsaria, D., Rao, S., & Klein, M. (2016). Childhood Poverty and Its Effect on Health and Well-being: Enhancing Training for Learners Across the Medical Education Continuum. *Academic Pediatrics*, 16(3), S155-S162.
13. Chetty, R., Stepner, M., Abraham, S., Lin, S., Scuderi, B., Turner, N., Bergeron, A., & Cutler, D. (2016). The association between income and life expectancy in the United States, 2001-2014. *JAMA*, 315(16), 1750-1766. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.4226>
14. Chokshi, D. A. (2018). Income, poverty, and health inequality. *JAMA*,

- 319(13), 1312-1313. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.2521>
15. Cinaroglu, S. (2021). Poverty effects of public health reforms in Turkey: A focus on out-of-pocket payments. *J Eval Clin Pract*, 27, 53-61. <https://doi.org/10.1111/jep.13383>
 16. Cohen, B. E., & Reutter, L. (2007). Development of the role of public health nurses in addressing child and family poverty: A framework for action. *Journal of Advanced Nursing*, 60(1), 96-107. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04154.x>
 17. Çalışkan, Ş. (2010). Türkiye’de gelir eşitsizliği ve yoksulluk. *Sosyal Siyaset Konferansları*, Sayı: 59, 2010/2, 89-132.
 18. Çiçek, Ş. E. (2012). Türkiye’de Belediyelerin Sosyal Hizmet ve Sosyal Politikaları: Batı Akdeniz Örneği. Türkiye Belediyeler Birliği Yayını, Isparta.
 19. Daşlı, Y. (2018). Yoksullukla mücadele aracı olarak sosyal yardımlaşma ve dayanışma vakıfları. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 525-542.
 20. DPT. (2007). Gelir Dağılımı ve Yoksullukla Mücadele Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007/2013, Yayın no: DPT: 2742-ÖİK:691, Ankara.
 21. Ergül, Ş. (2005). Yoksulluk sağlık ilişkisi ve hemşirelik yaklaşımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 95-104.
 22. Foong, H. F., Hamid, T. A. Ibrahim, R., & Haron, S. A. (2021). The intersectional effects of ethnicity/race and poverty on health among community-dwelling older adults within multi-ethnic Asian populace: a population-based study. *BMC Geriatrics*, 21, 516. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02475-5>
 23. Francis-Devine, B. (2022). *Poverty in the UK: Statistics*. House of Commons Library, 29 September 2022. <https://tinyurl.com/mr367wn6> (Erişim Tarihi: 20 Kasım 2022)
 24. Gillum, T. L. (2019). The intersection of intimate partner violence and poverty in Black communities. *Aggression and Violent Behavior*, 46, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2019.01.008>
 25. Global Multidimensional Poverty Index (2022). Unpacking deprivation bundles to reduce multidimensional poverty. United Nations Development Programme (UNDP), One United Nations Plaza, New York, NY 10017, USA. Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI), 2 South Parks Rd, Oxford, Oxford OX1 3TB, UK, 38p.
 26. Gökyay, Ç. (2008). Türkiye’de mikro kredi uygulamaları ve istihdama yansımaları. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü, Adana.
 27. Hobsbawm, E. (1996). *Short 20th Century 1914-1991 (Age of Extremes)*, Trans.: Yavuz Alogan, Istanbul, Spiral Spring.

28. [\(https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastir-masi-2021-45581\)](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastir-masi-2021-45581) /(Erişim Tarihi: 06.02.2023)
29. [\(https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastir-masi-Bolgesel-Sonuclari-2020-37405\)](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Gelir-ve-Yasam-Kosullari-Arastir-masi-Bolgesel-Sonuclari-2020-37405) /(Erişim Tarihi: 06.02.2023)
30. <https://journo.com.tr/birlesmis-milletler-bagli-kuruluslar> (Erişim Tarihi: 06.02.2023)
31. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34496> (Erişim Tarihi: 12.02.2023)
32. [\(https://turkonfed.org/tr/detay/3843/dunya-bankasi-asiri-yoksullu-gu-2030a-kadar-yok-etmek-olasi-degil\)](https://turkonfed.org/tr/detay/3843/dunya-bankasi-asiri-yoksullu-gu-2030a-kadar-yok-etmek-olasi-degil) /(Erişim Tarihi: 10.02.2023)
33. <https://www.aile.gov.tr/sygm/programlarimiz/sosyal-yardim-programlari-miz/>/(Erişim Tarihi: 17.02.2023)
34. <https://www.iklimhaber.org> (Erişim Tarihi: 08.02.2023)
35. <https://www.imf.org/external/lang/turkish/np/sec/pr/2009/pr09347t.pdf> (Erişim Tarihi: 22.01.2023)
36. <https://www.iskur.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 08.02.2023)
37. <https://www.mfa.gov.tr> (Erişim Tarihi: 06.02.2023)
38. <https://www.saglik.gov.tr/>(Erişim Tarihi: 17.02.2023)
39. <https://www.toki.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10.04.2022)
40. <https://www.turkis.org.tr/aranlik-2021-aclik-ve-yoksulluk-siniri/>/(Erişim Tarihi: 08.02.2023)
41. <https://www.turkis.org.tr/aranlik-2022-aclik-ve-yoksulluk-siniri/>/(Erişim Tarihi: 08.02.2023)
42. <https://www.turkis.org.tr/ekim-2022-aclik-ve-yoksulluk-siniri/>/(Erişim Tarihi: 08.02.2023)
43. <https://www.turkis.org.tr/kasim-2022-aclik-ve-yoksulluk-siniri/>/(Erişim Tarihi: 08.02.2023)
44. <https://www.worldbank.org/en/publication/poverty-and-shared-prosperity> (Erişim Tarihi: 10.02.2023)
45. Hu, T., Cox, K. A., & Nyhof-Young, J. (2018). Investigating student perceptions at an international student-run free clinic serving marginalized populations. *Journal of Interprofessional Care*, 32(1), 75-79. <https://doi.org/10.1080/13561820.2017.1363724>
46. Human Development Report 2021/2022. (2022). Uncertain Times, Unsettled Lives: Shaping our Future in a Transforming World. Director and lead author: Pedro Conceição. The United Nations Development Programme 1 UN Plaza, New York, NY 10017 USA, 305p.
47. Johnson, A. M., & Howell, D. M. (2017). International service learning and

- interprofessional education in Ecuador: Findings from a phenomenology study with students from four professions. *Journal of Interprofessional Care*, 31(2), 245-254. <https://doi.org/10.1080/13561820.2016.1262337>
48. Karadağ, G., & Mermer, G. (2020). Dezavantajlı gruplar olarak işsizlerin/yoksulların ruh sağlığının korunması. Yılmaz M, editör. *Dezavantajlı Gruplar ve Ruh Sağlığı*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, p.56-60.
 49. Karakoyun, İ. (2013). Sosyal yardımlar ve yoksulluk. *Karacadağ Bölgesel Kalkınma*, 3(4), 23- 26.
 50. Karataş, K. (2008). Tüberküloz ve yoksulluk: Hastaların sosyo demografik özellikleri, yaşam koşulları, yoksulluk ve tüberküloz hastalığının nedenlerine ilişki. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, 19(2), 7-20.
 51. Kaynak, C. (2006). İnönü Emin Aytan Sağlık Ocağı Bölgesinde Yoksulluğun Sağlık Üzerine Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, İzmir.
 52. Klopper, H. C. (2007). Poverty and development: Pulling forces and the challenges for nursing in Africa. *Nursing & Health Sciences*, 9(4), 295-303.
 53. Kurşun, A. (2015). Yoksulluk ile sağlık eşitsizliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi*, 48, 118-126.
 54. Küsmez, B. (2018). Yoksul çevrede büyüyen çocukların ailelerinin sosyo-demografik özellikleri: Bağcılar örneği. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 2(1), 28-50.
 55. Lapena, C., Continente, X., Sanchez-Mascunano, A., Mari dell'Olmo, M., & Lo'pez, M. J. (2022). Effectiveness of a community intervention to reduce social isolation among older people in low-income neighbourhoods. *European Journal of Public Health*, 32(5), 677-683. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac100>
 56. Larsson D., & Halleröd, B. (2008). Poverty, welfare problems and social exclusion. *International Journal of Social Welfare*, 17, 15-25.
 57. Li, C., Wu, Q., & Liang, Z. (2019). Effect of poverty on mental health of children in rural China: The mediating role of social capital. *Applied Research in Quality of Life*, 14(1), 131-153. <https://doi.org/10.1007/s11482-017-9584-x>
 58. Lipton, M. (1997). Poverty: Are there holes in the consensus?, *World Development*, 25(7), 1003-1007.
 59. Liu, X., Zhang, L., He, R., Li, Z., Wu, Y., & Li, B. (2019). Measuring the effect of health on the income of people living in extreme poverty: A comparative cross-sectional analysis. *Int J Health Plann Mgmt*, 34, 714-726. <https://doi.org/10.1002/hpm.2730>
 60. Marshall, G. (1999). *Sosyoloji Sözlüğü* (O. Akınhay ve D. Kömürcü, Çev.).

İstanbul: Bilim ve Sanat Yayınları.

61. Murray, P. M., Sepulveda, A., & Baird, J. (2022). Longitudinal impact of a poverty simulation on healthcare practitioners' attitudes towards poverty. *Journal of Pediatric Nursing*, 64(2022), 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2022.01.016>
62. Odabaşı, F. (2009). Yoksullukla Mücadelede İstihdamın Rolü. T.C. Başbakanlık Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğü, Sosyal Yardım Uzmanlık Tezi, Ankara.
63. Özen Y. (2008). Health and Illness Experiences among the Urban Poor: The Case of Altındağ. The Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, Doctoral Dissertation, Ankara.
64. Phillips, K. E., Roberto, A., Salmon, S., & Smalley, V. (2020). Nursing student interprofessional simulation increases empathy and improves attitudes on poverty. *Journal of Community Health Nursing*, 37(1), 19-25. <https://doi.org/10.1080/07370016.2020.1693095>.
65. Polat, M. (2019). Sağlıkın Sosyal Belirleyicileri İle Yoksulluk ve Sağlık Arasındaki İlişkiyi Açıklayacak İndeks Önerisi. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Temel Tıp Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
66. Reid, C. A., & Evanson, T. A. (2016). Using simulation to teach about poverty in nursing education: A review of available tools. *Journal of Professional Nursing*, 32(2), 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.prof-nurs.2015.10.002>.
67. Sams, L. D., Lampiris, L. N., White, T., & White, A. (2019). Enhancing allied dental health students' understanding of poverty through simulation. *Journal of Dental Hygiene (JDH)*, 93(6), 6-12.
68. Soner, G., & Aydın-Avcı, İ. (2019). Savunmasız gruplar, risk yönetimi ve halk sağlığı hemşiresinin rolü. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(1), 14-22.
69. Swinnerton, S. (2006) Living in poverty and its effects on health. *Contemporary Nurse*, 22(1), 75-80. <https://doi.org/10.5172/conu.2006.22.1.75>
70. Şahin, T. (2009). Sosyal Dışlanma ve Yoksulluk İlişkisi. T.C. Başbakanlık Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Genel Müdürlüğü, Sosyal Yardım Uzmanlık Tezi, Ankara.
71. Şantaş, F. (2017). Yoksulluğun sağlık statüsü ve sağlık hizmetleri kullanımı ile ilişkisi. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13, 545-591.
72. Tao, T., Shao, R., & Hu, Y. (2021). The effects of childhood circumstances on health in middle and later life: Evidence from China. *Frontiers in Public Health*, 9, 642520. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.642520>
73. Taş, F., & Akın, B. (2020). Hemşirelik öğrencilerinin yoksulluk, sağlık ve hemşirenin rolü konusundaki bilgi ve düşünceleri. *Sağlık ve Toplum*, 20(1), 79-87.

74. Taş, Y., & Özcan, S. (2012). Türkiye’de ve dünyada yoksulluk üzerine bir araştırma. *International Conference on Eurasian Economies 2012*, Session 3D: Büyüme ve Gelişme III, s. 423-430.
75. Tınar, Y. (2022). Türkiye’de yoksullukla mücadelede sivil toplum kuruluşlarının önemi ve rolü. *Toplumsal Politika Dergisi*, 3(2), 129-151.
76. Turk, M. T., & Colbert, A. M. (2018). Using simulation to help beginning nursing students learn about the experience of poverty. *Nurse Education Today*, 71, 174-179. [https:// doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.035](https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.035)
77. Wahlbeck, K., Cresswell-Smith, J., Haaramo, P., & Parkkonen J. (2017). Interventions to mitigate the effects of poverty and inequality on mental health. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 52, 505-514. [https:// doi.org/10.1007/s00127-017-1370-4](https://doi.org/10.1007/s00127-017-1370-4)
78. Waterall, J., Newland, R., & Murphy, S. (2022). Understanding the impact of money on people’s health and wellbeing. *British Journal of Nursing*, 31(21), 1124-1125. [https:// doi.org/10.12968/bjon.2022.31.21.1124](https://doi.org/10.12968/bjon.2022.31.21.1124).
79. Wedel, H. (2001). *Siyaset ve Cinsiyet: İstanbul Gecekonduklarında Kadınların Siyasal Katılımı*, Çev. Kurultay, C., Metis Yayınları, İstanbul.
80. World Bank, Poverty and Shared Prosperity 2020: Reversals of Fortune
81. Yar, F. (2015). *Türkiye’de Gelir Dağılımı & Yoksulluk*. Global Politika ve Strateji Analiz 2, Toplum ve Ekonomi Çalışmaları Merkezi, Ankara.
82. Yaşar, S., & Taşar, M. O. (2019). Kavramsal olarak yoksulluk ve Türkiye’de yoksullukla mücadele politikalarının etkileri. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 19(38), 118-144.
83. Yersiz, B. (2018). Belediyelerde Kent Yoksulluğunun Önlenmesinde Sosyal Belediyecilik ve Yönetişim Uygulamalarının Etkisi: Elazığ Belediyesi Örneği. T.C. Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
84. Yıldırım, A. (2019). Türkiye’de yoksulluk ve yoksullukla mücadele. *İktisadi ve İdari Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), s. 15-33
85. Yücel, C. (2017). Yoksulluk, yerel ve küresel eşitsizlikler. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(63), 1111-1126.
86. Zhang, M., Gale, S. D., Erickson, L. D., Brown, B. L., Woody, P., Hedges, D. W. (2015). Cognitive function in older adults according to current socio-economic status. *Aging, Neuropsychology, Development, and Cognition*, 22(5), 534-543. [https:// doi.org/10.1080/13825585.2014.997663](https://doi.org/10.1080/13825585.2014.997663)

Bölüm 4

HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN KULLANIMI

Burcu USLU¹, Tülay SAĞKAL MİDİLLİ²

1 Arş. Gör., Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2099-6568>.

2 Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Hemşirelik Esasları Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8303-0237>.

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile güncellenmekte olan bilgi, tüm alanlarda olduğu gibi hemşirelikte de etkisini göstermektedir (Chang & Lai, 2021). Hemşirelik mesleği, teorik bilgiler ve pratik becerilerin iç içe olduğu uygulamalı bir meslektir. Hemşirelik eğitiminde de öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenim alanlarının hepsini kapsayan bir müfredat amaçlanmaktadır (Atakoğlu ve ark., 2020). Hemşirelik öğrencilerinin pratik becerilerini kazandığı klinik alanların yoğunluğunun artması, öğretim elemanı sayısındaki yetersizlik ve öğrenci sayısının fazlalığı nedeniyle öğrencilerin klinikte yeterli değerlendirilememesi, etkili bir öğrenmenin gerçekleştirilememesi sonucunda öğrenciler kendilerini yetersiz hissetmektedirler (Mert Karadaş & Terzioğlu, 2019; Atakoğlu ve ark., 2020). Hemşirelik eğitim müfredatının üçte ikisini beceri eğitimi oluşturduğundan dolayı yenilikçi öğrenmelerin kullanılması eğitimin kalitesi ve öğrencilerin kendilerini yeterli hissetmesi açısından oldukça önemlidir. Bu yenilikçi öğrenme yöntemlerinin başında ise beceri laboratuvarlarında kullanılan simülasyon temelli hemşirelik eğitimi gelmektedir (Atakoğlu ve ark., 2020).

Simülasyon, klinik ortamda yaşanan durumları canlandırma yöntemi ile öğretim olanağı sağlar. Simülasyon temelli eğitimde her öğrenciye eşit zaman ve farklı uygulama yöntemleriyle öğrenme fırsatı verilmektedir (Lei ve ark., 2022; Atakoğlu ve ark., 2020). Günümüzde hemşirelik eğitiminde teknik olan veya olmayan birçok becerinin öğretilmesi ve geliştirilmesinde etkili ve güvenilir bir öğretim yöntemi olarak kullanılmaktadır (Atakoğlu ve ark., 2020).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yayınlanmış olan profesyonel hemşire ve ebe eğitimdeki küresel standartlarda, hemşirelik eğitiminde öğrenme ve öğretme için simülasyonun kullanılması gerektiğini önermektedir (WHO, 2009). Ayrıca Amerikan Hemşirelik Kolejlere Derneği (AACN), Amerika Birleşik Devleti (ABD) Hemşirelik Eyalet Kurulları Ulusal Konseyi (NCSBN) ve ABD Ulusal Hemşirelik Birliği (NLN) de hemşirelik öğrencilerini klinik alana hazırlamak ve yeterli bilgi/ beceriyi kazandırmak için başta simülasyon ve diğer yenilikçi yöntemlerin kullanılmasını önermektedir (AACN, 2005; NCSBN, 2005).

1. SİMÜLASYON NEDİR?

Simülasyon kavramı, simulare “taklit etmek” ve similis “benzer” kelimelerinin kökünden gelmektedir (Sağlık Bakımında Simülasyon Sözlüğü). Simülasyon, Türk Dil Kurumu sözlüğünde kelime anlamı olarak; benzetim, öğrenci anlamına gelmektedir (TDK). Sağlık Bakımında Simülasyon Sözlüğünde ise “deney ya da eğitim amaçlı model veya tam boy maket” anlamındadır (Sağlık Bakımında Simülasyon Sözlüğü).

Simülasyon görev, ilişki, ekipman, davranış veya bilişsel aktivitelerin taklit edilmesi olarak tanımlanmasının yanında, yeterli ve etkili bir öğrenme gerçekleştirmek amacıyla öğrencilerin güvenli bir ortamda uygulama yapmasına olanak sağlayan gerçekçi ve yenilikçi bir eğitim tekniğidir (Atakoğlu ve ark., 2020; Mert Karadaş & Terzioğlu, 2019). Başka bir ifade ile simülasyon, gerçekte yaşanan olayların gerçeğe yakın koşullarda ve modellerde taklit edilmesini sağlayan bir öğretim yöntemidir (Atakoğlu ve ark., 2020).

Simülasyonun tek bir tanımı bulunmamaktadır. Atakoğlu ve arkadaşları (2020) nin bildirdiğine göre, medikal simülasyonun öncülerinden biri olan Gaba (2004) simülasyonu, sadece bir teknolojik bir durum olarak değil, gerçek hayata dair durumların eğitimciler yönlendirmesiyle taklit ve tekrar edilebilmesine fırsat sağlayan bir teknik olarak; Jeffries (2012) ise simülasyonu öğrencilerin hastanın klinik durumuna uygun hemşirelik bakımını manken, aktör veya standardize hastada gerçekleştirmesi olarak tanımlamıştır (Atakoğlu ve arkadaşları, 2020; Yalçıntürk ve Dikeç, 2021; Lee ve ark., 2020). Hemşirelikte en fazla kullanılan simülasyon tanımı da Jeffries'in simülasyon tanımıdır.

Özetle simülasyon; klinik ortamdaki sınırlamaların ele alındığı, öğrenciler arasında ekip çalışmasının teşvik edildiği, beceri kazanımı için belirli bir protokolün uygulandığı, öğrenmenin etkileşimli hale geldiği, eğitmen ve öğrenen arasında geri bildirim aktif olduğu, klinik karar verme ve eleştirel düşünmenin teşvik edildiği, kanıta dayalı bir eğitim tekniği ve sürecidir (Koukourikos ve ark., 2021).

2. SİMÜLASYONUN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Simülasyon kavramının eğitimde kullanımı son 40 yıldır hız kazanmasına rağmen bu kavramın tarihi 5000 yıl öncesine uzanmaktadır (Atakoğlu ve arkadaşları, 2020). Simülasyonun ilk temeli 1800'lü yıllarda ordu ve donanma stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla Weich olarak bilinen ilk simülasyonların Çin'de kullanılması ile atılmıştır. Simülasyon tarihindeki ikinci önemli adım ise 1929 yılında ilk uçak simülatörünü geliştiren Edward Link tarafından atılmıştır. Günümüzde inşaat, moleküler biyoloji, havacılık ve otomobil sektöründen sağlık sektörüne kadar yaşamımızın her alanında simülasyon uygulamalarına oldukça fazla rastlanmaktadır (Mıdık&Kartal, 2010; Sezer & Orgun 2017).

Sağlık alanında simülasyon kullanımı ise Antik Çağ'a kadar uzanmaktadır. Antik Çağ'da hastalıkların etiyolojisini ve etkilerini belirtmek için kil ve taşlara görseller çizilmiş, bazı toplumlarda erkek hekimlerin kadınları muayene etmesi yasak olduğundan dolayı simülatörler kullanılmış-

tır (Atakoğlu ve arkadaşları, 2020). 16-17. Yüzyıllarda “phantom” olarak isimlendirilen mankenler tasarlanmıştır. Bu mankenlerin kullanım amacı anne bebek ölüm oranlarını düşürmektir (Mıdık&Kartal, 2010; Yıldırım ve ark., 2019; Atakoğlu ve arkadaşları, 2020).

Tıbbi simülasyonda önemli ilk adım 20. yüzyılda Avusturyalı anestezi uzmanı Peter Savar ve oyuncak yapımcısı Ausmund Laerdal’ın ortak ürünü olan Ressusi-Anni ile olmuştur. Ressusi- Anni, resusitasyon ve temel beceri eğitimi yönünden diğer maket ve modellerin oluşturulmasında örnek olarak kullanılmıştır (Mıdık&Kartal , 2010; Atakoğlu ve arkadaşları, 2020).

Bu alandaki ikinci gelişme ise 1960’larda Abrahamson ve Denson tarafından üretilen ilk insan simülatörü Sim One’dır. Sim One, insan hareketlerini taklit edebilen, damar içi gaz ve ilaç uygulamalarına yanıt veren, ağzını ve gözlerini açıp kapatabilen, kalp atımı ve buna uyumlu karotis nabızı olan ve kan basıncı ölçülebilen bir simülatördür (Mıdık&Kartal, 2010).

Hemşirelik eğitiminde simülasyon 1650 yılından itibaren kullanılmaktadır. Bu yıllarda hemşirelik eğitimi yaparak öğrenme modelinde çıraklık eğitimi türü benimsenmiştir. İlerleyen yıllarda hemşirelik eğitiminde bilişsel ve psikomotor becerileri öğretmek için simüle laboratuvarlar ve klinik laboratuvarlar kullanılmıştır. Enjeksiyon uygulamaları ve damar yolu açma becerisi için yastık, portakal, veni taklit etmek için kauçuk tüpler, ince havlu rulolar geçmişten günümüze gelmiş simülasyon stratejilerindedir (Martis ve ark., 2012; Edward & Chukwuka, 2020).

Hemşirelikte gerçek uygun yapılan ilk 1911 yılında Hartford Hastanesi’nde Martha Jenkins Chase tarafından Bayan Chase isimli makettir. Hastalara pozisyon verme, giydirme ve transferleri konusunda eğitmek için yaptırılmıştır. 1914 yılında Arabella ismi verilen ileri bir sürümü geliştirilmiş ve enjeksiyon uygulaması eğitiminde kullanılmıştır. (Atakoğlu ve arkadaşları, 2020).

Howard Barrows 1964 yılında hastaların semptomlarını canlandıran aktörler kullanıp standart hasta simülasyon yönteminin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Teknolojinin gelişmesi ile fizyolojik tepkileri taklit eden ve geri bildirimde bulunan yazılımlar ve bilgisayarlı sistemler üretilmeye başlanmıştır. Sağlık alanında ilk defa 1990’lı yüksek gerçeklikli simülatörlerin kullanımı başlamıştır. 2000 yılında SimMan, SimBaby ve SimMom, Laerdal Medical tarafından üretilmiş olup simülasyon ile yeni öğretim dünyasının kapıları açılmıştır. İlerleyen zamanlarda daha fazla üretim yapılmaya başlanmış ve hemşirelik eğitimi veren okullar tarafından uygun fiyatlarla simülasyon mankenleri ve parça maketler alınmaya başlanmıştır (Atakoğlu ve arkadaşları, 2020).

3. HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYONUN YARARLARI VE SINIRLILIKLARI

Hemşirelik eğitim müfredatı yalnızca beceri eğitiminden oluşmayan duyuşsal, bilişsel ve psikomotor öğrenme alanlarını kapsayan geniş bir programdır. Hemşirelik eğitimindeki temel amaç ise eleştirel düşünebilen, etkin problem çözme becerisi kazanmış, teori ile pratiği birleştirebilen hemşireler mezun etmektir (Bağrıaçık ve ark., 2022). Son yıllarda hemşirelik eğitiminde akreditasyon çalışmaları ile kanıta dayalı uygulamaların öneminin artması, bilginin beceriye aktarılması için simülasyona dayalı eğitim verilmesi oldukça önem kazanmıştır (Yıldırım ve ark., 2019). Günümüzde kuramsal ve uygulamalı eğitimin birlikte uygulandığı hemşirelik programlarında kullanılan simülasyon uygulamalarının öğrenci, hasta ve eğitimciler açısından çeşitli yararları ve sınırlılıkları vardır.

Simülasyonun öğrenciler açısından birçok yararı bulunmaktadır. Öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı yaratarak öğrencilere birden fazla uygulama yapma fırsatı veren simülasyon uygulamaları, öğrencilerin hataları ile ilgili o anda geri bildirim almasını sağlayarak öz güven ve öz yeterliliklerinin artmasına, hastaya zarar verme korkusunun getirdiği anksiyetenin azalmasına, problem çözme, klinik karar verme, ekip işbirliği ve iletişim becerilerinde iyileşmeye katkı sağlamaktadır (Mıdık ve Kartal 2010; Park ve ark., 2022; Labrague ve ark., 2019; Cook ve ark., 2018; Crowe, 2018; Barleycorn ve Lee, 2018). Simülasyon uygulamasında tasarlanan senaryolar, teorik bilgi ve uygulamayı bir araya getirerek klinik ortamda karşılaşılabilecek bir durumu güvenilir ve gerçekçi bir ortamda deneyimleme fırsatı verip öğrencilerin senaryo uygulamalarını deneyimlerken gerçek bir hemşire gibi hissetmelerini sağlamaktadır (Öztürk ve Dinç 2014). Simülasyon uygulamaları öğrencilere sadece psikomotor beceri kazandırmayı hedeflemeyip bilişsel ve duyuşsal becerilerin gelişmesini de hedeflemektedir (Öztürk ve Dinç 2014). Simülasyon uygulamaları aynı zamanda öğrenme sürecinde öğrencilere fırsat eşitliği sunmaktadır (Öztürk ve Dinç 2014; Karabacak ve Kaniğ 2019). Simülasyon uygulaması, öğrencilere arkadaşlarını izleme fırsatı verildiği için öğrencilerin gözlem yapma yeteneğini geliştirip birbirleri arasında dayanışma ve iş birliğinin artmasına da katkı sağlamaktadır (Lillekroken, 2019).

Simülasyon uygulamasının planı ve hedeflere uygun bir şekilde yürütülmesinde eğitimciler kilit bir rol oynamaktadır (Koukourikos ve ark., 2021). Bu nedenle eğitimcilerinde program hedeflerine ulaşması konusunda simülasyon uygulamasının oldukça önemli yararları bulunmaktadır. Simülasyon uygulamaları eğitimcinin, teorik bilgi ve pratik bilgiyi harmanlayıp güvenli ve kontrollü bir ortamda aktarmasını sağlamaktadır. Öğrencilere klinikte yaşanan durumları yansıtabilmek için gerçekçi vaka

senaryoları oluşturma fırsatı vermektedir (Weller 2004). Simülasyon uygulamasında eğitimcinin yapılan uygulamalar ile ilgili geri bildirimde bulunması oldukça önemlidir. Geri bildirimler ve hatalı yapılan uygulamaların tekrarlanabilmesi ile öğrencilerin yeterlilikleri arttırılmaktadır (Morse ve ark., 2019). Böylelikle öğrenciler eğitime ve değerlendirmeye aktif bir katılım sağlamaktadır (Weller 2004).

Simülasyon uygulamasının öğrenciler üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı kaliteli bir hemşirelik bakımı sağlanmaktadır. Bu nedenle simülasyonun hastalar üzerinde de çeşitli yararları bulunmaktadır. Öğrencilerin gerçek hastada uygulama yapmadan önce ilk uygulamasını simülasyon maketleri üzerinde yapması ile hastaların bakım sürecinde zarar görmesini engellenmektedir. Simülasyon, hataları minimize ederek hasta güvenliği sağlamaktadır. Böylece daha kaliteli bir hemşirelik bakımı verilmektedir (Şendir ve Doğan 2015; Durmaz Edeer & Dicle, 2015; Barleycorn ve Lee, 2018).

Hemşirelik eğitimde simülasyon kullanımının yararları olmakla birlikte sınırlılıkları da mevcuttur. Simülasyon uygulanan eğitim ortamının farklı ve yeni olması nedeniyle öğrenciler anksiyete yaşayabilmektedirler. Öğrenciler, simülasyon senaryosunda bütüncül yaklaşım gösteremebilir yalnızca senaryonun bir yönüne odaklanabilirler. Simülasyon uygulamasında kullanılan maketler ve diğer eğitim araçları ekonomik açıdan yüksek maliyetlidirler (Seaton ve ark., 2019; Cobbet ve ark., 2016; Aksoy ve ark., 2017). Bu yüzden her hemşirelik programında yüksek gerçeklikli simülasyon uygulaması yapılamamaktadır.

Simülasyon uygulaması yapmadan önce gerçeğe uygun senaryo planlamak, etkin bir öğrenme ortamı oluşturabilmek için öğrencileri daha az sayıda gruplara ayırmak ve her gruba eşit süre vermek iyi bir planlama gerektirmektedir. Bu planlama için yeterli zaman ve yeterli öğretim elemanına ihtiyaç olmakla birlikte iş yükü de oldukça fazladır. Simülasyonda kullanılan teknik cihazların periyodik bakımları için öğretim elemanı dışında ayrı bir teknik elemanın olması gerekmektedir. Simülasyon uygulamasında kullanılan yöntem ne kadar gerçeğe uygun olsa da eğitimciler ve öğrenciler tarafından klinik ortamın yerini tutamayacağı unutulmamalıdır (Seaton ve ark., 2019; Cobbet ve ark., 2016). Eğitimcilerin simülasyon sürecini etkili ve verimli yönetebilmeleri için simülasyon ile ilgili mutlaka eğitim almaları gerekmektedir (Mıdık ve Kartal 2010).

4. HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE KULLANILAN SİMÜLASYON YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Hemşirelik eğitiminde kullanılan simülasyon yöntemleri; David M. Gaba, Cant ve Cooper, Chiniara ve arkadaşları, Maran ve Glavin, Hayden ve Alinire'nin tanımlarına göre çeşitli sınıflandırmaları bulunmaktadır. Bu

sınıflandırmalar genellikle birbirine benzemekle birlikte küçük farklılıklar içermektedir. Literatürde en sık kullanılan simülasyon sınıflaması, Hayden ve Alinire'nin sınıflandırmasıdır.

Hayden (2010) simülasyonu manken veya senaryonun gerçeklik düzeylerine göre üç sınıfa ayırmıştır. Bu üç sınıf; düşük, orta ve yüksek gerçeklikli olarak tanımlanmıştır. Hayden'e (2010) göre gerçeklilik fizyolojik ve psikolojik gerçeklik olarak ikiye ayrılmaktadır. Fizyolojik gerçeklik, simülasyonun dış görünümünün gerçeğe uygunluğu; psikolojik gerçeklik ise simülatörün gerçek davranışları uygun şekilde simüle edip etmediğidir (Hayden, 2010; Gaberson ve ark.; 2018; Ntlokonkulu ve ark., 2018).

- **Düşük Gerçeklikli Simülasyon (Task Trainers):** Düşük gerçeklikli simülatörler tek beceri eğitime odaklanmaktadır. Sınırlı işlevleri olan düşük gerçeklik simülatörlere görev eğitimi tanımı da kullanılmaktadır. Psikomotor beceri için tasarlanmış bir vücut parçası örnek olarak gösterilebilir (intravenöz kateter uygulaması için bir kol) (Hayden, 2010; Gaberson ve ark.; 2018; Ntlokonkulu ve ark., 2018).

- **Orta Gerçeklikli Simülasyon:** Orta gerçeklikli simülatörler vücut hareketi olmadan akciğer, kalp, bağırsak sesleri gibi sesleri kullanarak veya simüle kan akımı oluşturarak simülasyon için senaryo oluşturmaktadır. Ekip çalışması ve liderlik gibi eğitimler için uygun maliyetli bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Multimedya programları, interaktif sistemler, sanal gerçeklik, haptik sistemler, oyunlar ve rol play orta gerçeklikli simülasyonlar içerisinde yer almaktadır. Simülasyon maketi olan VitalSim orta gerçeklikli simülasyonun bir örneğidir (Hayden, 2010; Gaberson ve ark.; 2018; Ntlokonkulu ve ark., 2018).

- **Yüksek Gerçeklikli Simülasyon:** Yüksek gerçeklik simülatörleri; müdahalelere cevap verirken, gerçeğe uygun tam bir uygulama imkânı sağlamaktadır. Orta gerçeklikli simülatörlerden farklı olarak hareketleri oluşturup akciğer sesi gibi sesleri oluşturabilmektedir. Duyusal ve psikomotor değişikliklere cevap verecek şekilde programlanabilen standart bir hasta ya da tam vücut hasta simülatörleri yüksek gerçeklikli simülatörler içerisinde yer almaktadır. Eğitimciler yüksek gerçeklikli simülasyon ile birçok gerçek klinik durumu senaryo haline getirebilirler. Klinikte kullanılan monitörler ile yaşam bulgularında meydana gelen değişiklikleri senaryoya dahil edebilirler. "Hasta", teknik ve farmakolojik müdahalelerle tam ve gerçekçi bir şekilde canlandırılabilir. Yüksek gerçeklikli simülasyon yöntemlerinden biri de standart hasta simülasyonlarıdır. Bu yöntemde aktörler senaryo ile gerçekten hasta bir bireyi canlandırmaktadırlar. Sahne sanatları öğrencileri, hemşirelik mezunları, emekli oyuncu, hekim, hemşire ve öğretmenler hasta, hasta yakını ya da sağlık profesyoneli olarak standart hasta olabilmektedirler. SimMan, METIman, Noelle, Newborn simülatör

modelleri yüksek gerçeklikli simülasyona örnek olarak gösterilebilir (Hayden, 2010; Gaberson ve ark.; 2018; Ntlokankulu ve ark., 2018).

5. SİMÜLASYONA DAYALI EĞİTİMDE İYİ UYGULAMA STANDARTLARI

Hastaların yatış süresinin kısalması, klinik uygulama alanlarının sınırlı olması, hasta güvenliği önemi, öğretim elemanı sayısındaki yetersizlik ve öğrenme deneyiminde eşitsizliklerden dolayı Ulusal Hemşirelik Kurulları Konseyi (NCSBN) yüksek gerçeklikli simülasyonların kullanımını gerekli görmektedir (INACSL, 2016). Yüksek gerçeklikli simülasyonlar için iyi uygulama standartları International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning (INACSL) tarafından tanımlanmıştır (INACSL, 2016).

INACSL, simülasyon uygulamaları için kanıta dayalı rehberler sunarak en iyi uygulamaları simülasyon eğiticileri ile paylaşıp simülasyon bilimini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, simülasyon eğiticileri için en iyi uygulama standartlarını geliştirmiş ve eğitimlerde kullanılması için 2011 yılından itibaren yayınlamaya başlanmış olup 2013 yılında revize edilmiştir. (Karaçay, 2019). Bu standartlar; eğitim, uygulama ve araştırmalarda kanıta dayalı uygulama için temel oluşturur. Ayrıca simülasyonu, öğretme ve öğrenme stratejileri olarak güçlendirmektedir. Ayrıca INACSL, tutarlı terminoloji ve iletişimi kolaylaştırmada bir rehber olması için yayınladığı simülasyon sözlüğü ile standart bir dil kullanımını oluşturmaktadır (INACSL, 2016). Simülasyon bilimindeki gelişmeler ve uygulamada ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda INACSL 2016 yılında üçüncü kez revize edilmiştir ve güncel hali 2017 yılında yayınlanmıştır (Karaçay, 2019).

6. HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE STANDART HASTA KULLANIMI

Standart hasta (SH) gerçekliği en yüksek simülatörlerdir. Dr. Howard Barrows tarafından ilk defa tanımlanmış olup 1970 yıllarında Geoffrey Norman tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Uslu & Yavuz van Giersbergen, 2019). SH uygulaması, standart hasta yönteminin kullanılacağı eğitimler için senaryo geliştirme ve eğitimlerin yürütülmesi konusunda alan uzmanlarıyla iş birliği koşulları yaratan, eğitimler için standart hastaları yetiştiren ve uygulamalar için uygun koşulları sağlayan bir öğretim yöntemidir (Çınar ve ark., 2021). SH yöntemi ile öğretimin önemli bir amacı; öğrencileri hasta birey rolü yapan biri ile gerçek ortam sağlayarak karşılaştırmaktır. SH'lerin gerçek hasta kullanımına göre uygunluk, senaryoda kullanılan şikayetin kontrolünü sağlama gibi üstünlükleri vardır. SH kullanımının bazı sınırlılıkları da mevcuttur. Bunlar, gerçek yaşam koşullarının olmaması, senaryoda sınırlı sayıda sorunun kullanılması, iletişim güçlüğü olan ve so-

runlu hastalarla görüşme yapma olasılığının az olmasıdır (Çınar ve ark., 2021; Uslu & Yavuz van Giersbergen, 2019; Durmaz Eder ve Dicle, 2015).

Literatürde SH ve simüle hasta terimleri eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Ancak bu terimler arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Simüle hasta; eğitim almış kişi, aktördür. Belirlenmiş olan bir senaryoyu oynamaktadır. Eğitimin ulaşılmak istenen hedeflerine göre öncesinde eğitici tarafından yönlendirilir. Birden fazla senaryoda farklı rolleri oynayabilir. Hastalar fizik muayene becerisi, anamnez alma ve hasta hemşire iletişim becerisinin geliştirilmesi durumlarını canlandırmak için rol yapabilen eğitim almış gerçek bir hasta ya da aktör olabilir. Standart hastalar “Objektif yapılandırılmış klinik sınav” aracılığı ile değerlendirme yapılan durumlarda da kullanılmaktadırlar. Öğrenciler gerçek bir hasta ile karşılaşmadan önce güvenli bir çevrede deneyim kazanarak iletişim becerilerini geliştirmektedirler (Uslu & Yavuz van Giersbergen, 2019).

SH'lara simülasyon senaryolarında verilen roller genişletilerek hibrit hasta simülasyonu uygulanabilmektedir. Örneğin; SH giyilebilir meme maketi giyerek klinik meme muayenesi becerisinin öğretilmesi sağlanabilir. SH'da ve hibrit hasta simülasyonunda öğrenme; bilişsel, psikomotor ve tutumsal düzeylerde gerçekleşmektedir. Ayrıca SH öğrencilerde iletişim becerileri ve karar alma becerilerini de geliştirmektedir (Terzioğlu ve ark., 2014).

7. HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SİMÜLASYON KULLANIMINA YÖNELİK YAPILAN LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yazar (lar) / Yıl	Türü	Amaç	Örnekleme	Sonuçlar
Torkshavand ve ark., 2020	Deneysel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin KOAH'lı yaşlı hastalarla iletişim kurma ve eğitim verme konusundaki tutum, bilgi ve becerileri üzerinde simülasyonun etkisinin incelenmesi.	4.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:70)	Öğrencilerin yaşlı hasta ile iletişim kurma ve eğitim verme bilgi ve becerileri önemli ölçüde arttığı belirtilmiş olup simülasyona dayalı öğrenme faydalı bulunmuştur.
Demirtaş & Başak, 2020	Yarı Deneysel Araştırma	Günlük yaşam aktiviteleri simülasyonu ile geriatri hemşireliği kapsamında birinci sınıf hemşirelik öğrencilerinin yaşlı yetişkinlere yönelik tutumları üzerindeki etkisinin incelenmesi.	1.sınıf lisans hemşirelik öğrencileri (n:119)	Simülasyon uygulamasının hemşirelik öğrencilerinin yaşlı yetişkinlere yönelik olumlu tutumlarını geliştirmede etkili bir yöntem olduğu ve yaşlı bakımının iyileştirilmesine katkı sağlayacağı bulunmuştur.

Demiray ve ark., 2020	Tanımlayıcı Araştırma	Akciğer, bağırsak ve kalp sesleri dinleme becerilerini yüksek gerçeklik simülasyonu ile gerçekleştiren hemşirelik öğrencilerinin simülasyona yönelik görüşlerinin incelenmesi.	Fiziksel Muayene Dersi'ni alan 2.sınıf lisans hemşirelik öğrencileri	Öğrencilerin simülâtör üzerinde uygulama yapmanın gerçekmiş gibi hissettikleri ve bu uygulama saatinin arttırılmasını önerdikleri bulunmuştur. Hemşirelik eğitiminde fiziksel muayene becerileri gelişmiş öğrenciler yetiştirmek için uygulamaların yüksek gerçeklikli simülâtörler ile desteklenmesinin önemli olduğu belirtilmiştir.
Şahin ve ark., 2019	Deneyisel Araştırma	Standart hasta simülasyonun, ruhsal bozukluğu olan bireyin ruhsal durumunun değerlendirilmesinde hemşirelik öğrencilerinin etkinliğinin incelenmesi.	3.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:50)	Standardize hasta ile uygulanan klinik simülasyonun, öğrencilerin klinik uygulama öncesinde anksiyete düzeylerini azalttığı, özgüvenlerini geliştirdiği ve öğrenim hedeflerine ulaşmada etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir.
Molu ve ark., 2021	Deneyisel Araştırma	Standart hasta yönteminin intörn hemşirelerin empati düzeyleri ve problem çözüme becerilerine etkisinin incelenmesi.	4.sınıf intörn hemşirelik öğrencileri (n:39)	Standart hasta kullanılarak yapılan simülasyon eğitimlerinin intörn hemşirelerin empati becerilerini arttırdığı bulunmuş olup problem çözüme becerileri üzerinde gelişme saptanmadığı belirtilmiştir.
Başak ve ark., 2019	Deneyisel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinde bakım uygulamaları öğretiminde standart hasta ve düşük gerçeklikli mankenin karşılaştırılmasının incelenmesi.	1.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:80)	Standart hasta grubundaki öğrencilerin bakım uygulamaları performansı ve memnuniyeti daha yüksek bulunmuş olup daha az strese bağlı fiziksel reaksiyon göstermişlerdir. Bu gruptaki öğrenciler, uygulama sırasında daha az zorluk yaşamış, kendilerini daha yeterli hissetmişler ve laboratuvarında öğrendikleri becerileri klinik uygulamaya daha iyi aktardıkları belirtilmiştir.
Mert Karadaş & Terzioğlu, 2019	Deneyisel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin doğum sonu kanama yönetiminde bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi için farklı simülasyon yöntemlerinin etkinliğini incelenmesi.	3.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:84)	Anne ölümlerinin önemli bir nedeni olan doğum sonu kanamanın önlenmesi için farklı simülasyon yöntemlerini içeren eğitim ortamlarının kullanılmasının öğrencilerin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi açısından çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Hemşirelik öğrencilerinin bilişsel ve psikomotor becerilerinin geliştirilmesinde farklı simülasyon yöntemlerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Hustad ve ark., 2019	Nitel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin simülasyona dayalı eğitim deneyimlerini ve öğrenmenin klinik uygulamaya aktarımını nasıl algıladıklarının incelenmesi.	2. ve 3.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:32)	Hemşirelik öğrencilerinin simülasyona dayalı eğitimden öğrendiklerini klinik uygulamaya aktarımlarında; özgüven, klinik karar verme ve becerilerinin artışı yanı sıra iletişim ve ekip iş birliğinde de artış olduğu belirtilmiştir. Simülasyona dayalı eğitimden elde edilen deneyimler, öğrenciler için klinik uygulama boyunca kalıcı ve bilinçli öğrenme olmak ile birlikte hem öğrenme çıktıları hem de öğrenilenlerin pratiğe aktarımı açısından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır.
Guerrero ve ark., 2022	Yarı Deneysel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin objektif yapılandırılmış klinik beceri sınavında (OSCE) yüksek gerçeklikli simülasyonun etkisinin incelenmesi.	3. ve 4.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:192)	Simülasyon uygulamasındaki öğrencilerin klinik karar verme ve sınav performanslarının arttığı bulunmuştur. Simülasyonun öğrenme kalıcılığını arttırdığı ve pratik becerileri geliştirdiği belirtilmiştir.
Chang & Lai, 2021	Nitel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin sanal gerçeklik beceri öğrenme sürecini kullanma deneyimlerinin incelenmesi.	Hemşirelik öğrencileri (n:60)	Öğrenciler sanal gerçeklik uygulamasının hızlı ve stressiz bir öğrenme ortamı olduğunu ancak gerçeklik duygusu yönünden zayıf olduğunu belirtmişlerdir.
Watson ve ark., 2021	Nitel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin bir İspanyol üniversitesinde yüksek gerçeklikli simülasyon ile ilk deneyimlerine yönelik algılarının incelenmesi	Hemşirelik öğrencileri (n:16)	Öğrencilerin yüksek gerçeklikli simülasyon uygulamasının gerçek klinik ortam için hazırladığını, gerçek bir hemşire gibi hissettiklerini, simülasyonda yaptıkları hataları bir öğrenme fırsatı olarak gördüklerini belirtmişlerdir.
Takmak ve ark., 2021	Yarı Deneysel Araştırma	Hibrit simülasyon uygulamasının hemşirelik öğrencilerinde intravenöz kateter uygulama beceri ve tutumlarına etkisinin incelenmesi.	2.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:121)	Senaryo temelli hibrit simülasyon uygulamasının öğrencilerin memnuniyet ve özerklik tutumlarını artırdığı belirtilmiştir.
Saab ve ark., 2021	Nitel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin sanal gerçeklik simülasyonunu hemşirelik eğitimine dahil edilmesi konusunda bakış açılarının incelenmesi.	3.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:26)	Öğrenciler, sanal gerçekliğin yeni, eğlenceli, akılda kalıcı, güvenli kapsayıcı ve ilgi çekici bir öğretim yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Hemşirelik eğitiminde kullanılmasının oldukça faydalı olduğu bulunmuştur.

Kirkpatrick ve ark., 2020	Yarı Deneysel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinde yaşam sonu simülasyon tabanlı eğitimin aktif ve gözlemci öğrencilerde palyatif bakım bilgileri ve öz farkındalıklarının etkisinin incelenmesi	Hemşirelik öğrencileri (n:70)	Simülasyon temelli eğitimde gözlemci rolündeki öğrencilerin aktif katılımcılarda olduğu kadar etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur. Bu yüzden simülasyon uygulamalarında 10 veya daha fazla gözlemci rolünde öğrenci kullanılabilceği belirtilmiştir. Böylece büyük grup ile çalışmak verimliliği ve kaynak kullanımını arttırmakla birlikte daha az öğretim üyesine ihtiyaç olabileceği belirtilmiştir.
Çetinkaya Uslusoy, 2018	Tanımlayıcı Araştırma	Simülasyon eğitimi alan ve almayan öğrencilerin görüşlerinin incelenmesi	3.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:88)	Simülasyon ile eğitim almayan öğrencilerin kendilerini yetersiz hissettikleri, laboratuvar da kullanılan maket ve materyalleri eksik buldukları, klinikte zorlandıkları belirlenmiştir. Simülasyon ile eğitim alan öğrencilerin ise, simülasyon eğitiminin mesleki becerilere katkı sağladığını belirtmişlerdir.
Mårtensson ve ark., 2022	Nitel Araştırma	Hemşirelik öğrencilerinin standart bir hastayla bakım davranışları uygulama deneyimlerinin incelenmesi.	2. sınıf hemşirelik öğrencileri (n:48)	Standart hasta ile bakım vermenin öğrencilerin şefkatli ve yetkin bakım davranışlarına ilişkin iç görülerini kolaylaştırdığı bulunmuştur. Video kaydıyla birleştirilmiş standartlaştırılmış hastalarla bakım davranışı simülasyonları tasarlamak, öğrencilerin şefkatli ve yetkin bakım davranışlarını öğrenmelerini kolaylaştırmak için uygulanabilir bir eğitici öğrenme yöntemi olduğu belirtilmiştir.
Onarıcı & Karadağ, 2021	Nitel Araştırma	Yanıklı hasta bakımında simülasyonun etkinliği ve klinik uygulamaya yönelik hemşirelik öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi	2.sınıf hemşirelik öğrencileri (n:61)	Öğrenciler, yüksek gerçeklikli simülasyonun öğrenmede kalıcı bir etkisi olduğunu, bakım verme becerilerini geliştirdiği, iletişim becerilerini artırarak ekip iş birliği sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca hatalı uygulamalara tekrar deneme fırsatı verildiği için hemşirelik eğitiminde kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

KAYNAKÇA

1. American Association of Colleges of Nursing (AACN). (2005). Faculty short ages in baccalaureate and graduate nursing programs: scope of the problem and strategies for expanding the supply. Erişim: 10.03.2023.
2. Atakoğlu R, Asiye Gül, Türen S, Kıvanç MM, Özçalık CK. (2020). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımının Önemi. Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 3(2), 52-60.
3. Bağrıaçık, E., Aydın, N., Dal Yılmaz, Ü. (2022). Hemşirelik eğitiminde simülasyon kullanımına ilişkin öğrenci görüşleri. Jaren; 8(2):63-70.
4. Barleycorn, D., Lee, G. A. (2018). How effective is trauma simulation as an educational process for healthcare providers within the trauma networks? A systematic review. *International emergency nursing*, 40, 37-45.
5. Chabrera, C., et al. (2021). Simulation in nursing education programs: findings from an international exploratory study. *Clinical Simulation in Nursing*, 59: 23-31.
6. Chang, Y. M., & Lai, C. L. (2021). Exploring the experiences of nursing students in using immersive virtual reality to learn nursing skills. *Nurse Education Today*, 97, 104670.
7. Cobbett, S., & Snelgrove-Clarke, E. (2016). Virtual versus face-to-face clinical simulation in relation to student knowledge, anxiety, and self-confidence in maternal-newborn nursing: A randomized controlled trial. *Nurse Education Today*, 45, 179-184.
8. Cook, D. A., Andersen, D. K., Combes, J. R., Feldman, D. L., & Sachdeva, A. K. (2018). The value proposition of simulation-based education. *Surgery*, 163(4), 944–949. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2017.11.008>.
9. Crowe, S., Ewart, L., & Derman, S. (2018). The impact of simulation based education on nursing confidence, knowledge and patient outcomes on general medicine units. *Nurse education in practice*, 29, 70–75. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2017.11.017>.
10. Çınar, S., Ay, A., Boztepe, H. (2021). Pediatri Hemşireliği Eğitiminde Standart Hasta Kullanımı. *Sağlık Ve Toplum*, 31(1), 39-46.
11. Demirtas, A., & Basak, T. (2021). Daily life activities simulation: Improving nursing students' attitudes toward older patients. *Japan Journal of Nursing Science*, 18(1), e12375.
12. Edeer Durmaz, A., & Sarıkaya, A. (2015). Hemşirelik eğitiminde simülasyon kullanımı ve simülasyon tipleri. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma*;12(2):121-5.
13. Edward, M. I., & Chukwuka, L. (2020). Simulation in nursing education: implications for nurse educators and nursing practice. *African Journal of Health, Nursing and Midwifery*, 3(1), 13-23.

14. Gaberson, K. B., & Oermann, M. H. (2010). *Clinical teaching strategies in nursing*. Springer publishing company.
15. Guerrero, J. G., Rosales, N. S., & Castro, G. M. T. (2023). Impact of high-fidelity simulation exposure of nursing students with their objective structured clinical examination: A quasi-experimental study. *Nursing Open*, 10(2), 765-772.
16. Hayden, J. (2010). Use of simulation in nursing education: National survey results. *Journal of Nursing Regulation*, 1(3), 52-57.
17. <https://sozluk.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 15.03.2023)
18. Hustad, J., Johannesen, B., Fossum, M., & Hovland, O. J. (2019). Nursing students' transfer of learning outcomes from simulation-based training to clinical practice: a focus-group study. *BMC nursing*, 18, 1-8.
19. Kirkpatrick, A. J., Cantrell, M. A., & Smeltzer, S. C. (2020). Palliative care knowledge and self-awareness in active and observing undergraduate nursing students after end-of-life simulation. *International journal of palliative nursing*, 26(3), 133–142. <https://doi.org/10.12968/ijpn.2020.26.3.133>
20. Koukourikos, K., Tsaloglidou, A., Kourkouta, L., Papathanasiou, I. V., Iliadis, C., Fratzana, A., & Panagiotou, A. (2021). Simulation in Clinical Nursing Education. *Actain for matica medica : AIM : journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia& Herzegovina : casopis DrustvazamedicinskuinformatikuBiH*, 29(1), 15–20. <https://doi.org/10.5455/aim.2021.29.15-20>
21. Labrague, L. J., McEnroe-Petite, D. M., Bowling, A. M., Nwafor, C. E., Tsaras, K. (2019, July). High-fidelity simulation and nursing students' anxiety and self-confidence: A systematic review. In *Nursing Forum*; 54 (3): 358-368.
22. Lee, J., Lee, H., Kim, S., Choi, M., Ko, I. S., Bae, J., & Kim, S. H. (2020). Debriefing methods and learning outcomes in simulation nursing education: a systematic review and meta-analysis. *Nurse Education Today*, 87, 104345.
23. Lei, Y. Y., Zhu, L., Sa, Y. T. R., & Cui, X. S. (2022). Effects of high-fidelity simulation teaching on nursing students' knowledge, professional skills and clinical ability: A meta-analysis and systematic review. *Nurse education in practice*, 60, 103306. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2022.103306>.
24. Lillekroken D. (2019). Nursing students' perceptions towards being taught the fundamentals of care by clinical nurses within a simulated learning environment: A qualitative study. *Nurse education in practice*, 36, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2019.03.010>.
25. Mårtensson, S., Knutsson, S., Hodges, E. A., Sherwood, G., Broström, A., & Björk, M. (2022). Undergraduate nursing students' experiences of practicing caring behaviours with standardised patients. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*.

26. Martins, J. C. A., Mazzo, A., Baptista, R. C. N., Coutinho, V. R. D., Godoy, S. D., Mendes, I. A. C., & Trevizan, M. A. (2012). The simulated clinical experience in nursing education: a historical review. *Acta Paulista de Enfermagem*, 25, 619-625.
27. Mert Karadas, M., & Terzioğlu, F. (2019). The impact of the using high-fidelity simulation and standardized patients to management of postpartum hemorrhage in undergraduate nursing students: A randomized controlled study in Turkey. *Health Care for Women International*, 40(5), 597-612.
28. Mıdık, Ö., Kartal, M. (2010). Simülasyona dayalı tıp eğitimi. *Marmara Medikal Journal*; 23(3):389-399.
29. Morse, C., Fey, M., Kardong-Edgren, S., Mullen, A., Barlow, M., & Barwick, S. (2019). The changing landscape of simulation-based education. *AJN The American Journal of Nursing*, 119(8), 42-48.
30. National Council of State Boards of Nursing (NCSBN). (2005). Clinical instruction in prelicensure nursing programs. Erişim: 10.03.2023. https://www.ncsbn.org/Final_Clinical_Instr_Pre_Nsg_programs.pdf.
31. Onarıcı, M., Karadağ, M. (2021). Yanıklı Hasta Bakımının Planlanmasında Simülasyon Yönteminin Etkinliğine ve Yanık Kliniği Uygulamasına Yönelik Hemşirelik Öğrencilerinin Görüşleri. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(1), 52-61.
32. Öztürk, D., Dinç, L. (2014). Effect of web-based education on nursing students' urinary catheterization knowledge and skills. *Nurse education today*, 34(5), 802-808.
33. Padilha, J. M., Machado, P. P., Ribeiro, A., Ramos, J., & Costa, P. (2019). Clinical Virtual Simulation in Nursing Education: Randomized Controlled Trial. *Journal of medical Internet research*, 21(3), e11529. <https://doi.org/10.2196/11529>
34. Park, S., Hur, H. K., & Chung, C. (2022). Learning effects of virtual versus high-fidelity simulations in nursing students: a crossover comparison. *BMC nursing*, 21(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12912-022-00878-2>.
35. Saab, M. M., Hegarty, J., Murphy, D., & Landers, M. (2021). Incorporating virtual reality in nurse education: A qualitative study of nursing students' perspectives. *Nurse Education Today*, 105, 105045.
36. Seaton, P., et al. (2019). Levett-Jones T, Cant R, Cooper S, Kelly MA, McKenna L, vd. Exploring the extent to which simulation based education addresses contemporary patient safety priorities: A scoping review. *Collegian*;26(1):194–203. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2018.04.006>.
37. Seaton, Philippa, et al. Exploring the extent to which simulation-based education addresses contemporary patient safety priorities: A scoping review. *Collegian*, 2019, 26.1: 194-203.

38. Sezer, H., Orgun, F. (2017). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımı Ve Simülasyon Modeli. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 33(2), 140-152.
39. Şahin, G., Koptaş, O. S., & Buzlu, S. (2019). Standardize hasta kullanılarak yapılan bir ruh sağlığı ve psikiyatri hemşireliği klinik simülasyon deneyimi. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, (3), 486-492.
40. Şendir, M., Doğan, P., Karaçay, P., Tarhan, M., Yılmaz Coşkun, E., Kolcu, G., (2020). Sağlık Bakımında Simülasyon (Sözlük) . Lori Lioce (Ed.). İstanbul: Society For Simulation İn Healthcare (Ssih). Erişim Linki:https://www.researchgate.net/profile/Pelin-Karacay/publication/342421881_Healthcare_Simulation_Dictionary_Turkish_version_Saglik_Bakiminda_Simulasyon_Sozluk/links/5ef3843aa6fdceeb7b1fa076/Healthcare-Simulation-Dictionary-Turkish-version-Saglik-Bakiminda-Simuelasyon-Soezluk.pdf.
41. Terzioğlu, F., Yücel, Ç., Koç, G., Şimşek, Ş., Yaşar, B. N., Şahan, F. U., Akın, R., Öçal, S. E., Akdağ, C., Elçin, M., Mert, M., & Yıldırım, S. (2016). A new strategy in nursing education: From hybrid simulation to clinical practice. Nurse education today, 39, 104–108. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.01.009>.
42. Torkshavand, G., Khatiban, M., & Soltanian, A. R. (2020). Simulation-based learning to enhance students' knowledge and skills in educating older patients. Nurse education in practice, 42, 102678. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2019.102678>.
43. Tosunöz, İ. K. (2022). Hemşirelik Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerinin Geliştirilmesinde Kullanılan Öğretim Yöntemleri. Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(2), 497-505.
44. Uslu, Y., Yavuz van Giersbergen, M. (2019). Hemşirelik eğitiminde standardize hasta kullanımı. Kastamonu Eğitim Dergisi, 27(1), 271-280.
45. Uslusoy, E. Ç. (2018). Hemşirelik eğitiminde simülasyon kullanımı: öğrencilerin görüşleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(2), 13-18.
46. Watson, C., Gómez-Ibáñez, R., Granel, N., & Bernabeu-Tamayo, M. D. (2021). Nursing students first experience on high fidelity simulation: A phenomenological research study. Nurse Education in Practice, 55, 103162.
47. Weller J. M. (2004). Simulation in undergraduate medical education: bridging the gap between theory and practice. Medical education, 38(1), 32–38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2004.01739.x>.
48. World Health Organization (WHO). Nursing & Midwifery human resources for health, Global standards for the initial education of Professional nurses and midwives. World Health Organization, Department of human resources for health, Switzerland, 2009. Erişim: 10.03.2023. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44100/WHO_HRH_HP_N_08.6_eng.

pdf?sequence=1

49. Yalçıntrk, A. A., Dikeç, G. (2021). Geropsikiyatri hemşireliğinde simülasyon kullanımı. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi, 3(1), 29-36. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.862453>
50. Yıldırım, D , zer, Z , Kocaağalar, E , Pınar Bölüktaş, R . (2019). Eğitimde İnovasyon: Sağlık Eğitiminde Simülasyon Kullanımı . Bilgi Ekonomisi Ve Yönetimi Dergisi , 14 (1) , 33-41.

Bölüm 5

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE DENTAL TRAVMA SONRASI ANKİLOZ VE DEKORONASYON

Elif Sevde KARAEVREN¹

¹ Araştırma Görevlisi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi
Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı E-mail: yunlusevde@gmail.com

Giriş

Dental travma dünya çapında bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmekte ve nüfusun %4 ila %33'ünü etkilemektedir (Hunter vd., 1990). Epidemiyolojik çalışmalar, çocuk ve ergenlerin en yaygın yaş grubu olduğunu ve en çok ön dişlerin etkilendiğini göstermiştir (Schatz, Hakeberg, Ostini ve Kiliaridis, 2013). Genç hastalarda, travmaya zemin hazırlayan ana faktörler belirgin bir overjet varlığı ve eksik dudak desteğidir (Feldens, Kramer, Ferreira, Spiguel ve Marquezan, 2010). Yetişkinlerde travmatik yaralanmalar daha çok araba kazaları, kavgalar ve spor aktivitelerinden sonra meydana gelir (Cohenca ve Stabholz, 2007). Travmaya uğramış bir dişin tedavisi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir çünkü travmatik bir kazadan sonra estetik, pulpal ve periodontal komplikasyonlar yaygındır. (Hecova, Tzigkounakis, Merglova, ve Netolicky, 2010; Lima vd., 2017).

İntrüziv lüksasyon ve avülsiyon, pulpa nekrozu ve kök rezorpsiyonunun daha yüksek oranda görülmesiyle ilişkili olarak en ciddi yaralanmalar olarak kabul edilir (Andreasen ve Pedersen, 1985). Periodontal ligamentin ciddi şekilde hasar gördüğü bu travmalarda dentoalveolar ankiloz görülür (Malmgren, Cvek, Lundberg ve Frykholm, 1984; Andreasen, Andreasen ve Andersson, 2018). Ankiloz yaygın bir komplikasyondur ve ilerleyen replasman rezorpsiyonuna yol açabilir. İntrüzif lüksasyon vakalarının %20-%40'ında, avülsiyon vakalarının %50-%70'inde replasman rezorpsiyonu meydana gelir (Soares, Gomes, Zaia, Ferraz, ve de Souza-Filho, 2008; Hecova vd., 2010). Bu süreç, travma sırasında sement ve periodontal ligamentte meydana gelen hasar sonucunda başlar ve kök yüzeyini komşu kemik dokusundaki klastik hücrelerin etkisine maruz bırakır (Lima vd., 2017).

Ankiloz

Dento-alveolar ankiloz, sementin alveolar kemik ile anatomik olarak kaynaşması anlamına gelir (Owen, 1965). Ankiloz gelişimi için birincil etiyolojik faktör olarak dişlerdeki travmatik yaralanmalar (intrüzyon, ekstrüzyon, lateral lüksasyon veya avülsiyon) öne sürülmüş olsa da, bu tip füzyonun idiyopatik formları da tanımlanmıştır (Gault, 2013). Diş köküne gelen şiddetli travma periodontal ligament liflerinde hasara yol açarak enflamatuvar bir süreci başlatır. Periodontal ligament boşluğunun kaybıyla birlikte, etkilenen bölgede mezenkimal aktivite artacaktır. Zamanla sementin kemikle progresif olarak yer değiştirmesiyle ankiloz ortaya çıkacaktır (Mohadeb, Somar ve He, 2016).

Ankiloze bir dişte kemik benzeri, metalik, yüksek perdeli bir perküsyon sesi görülür. Dişe bir dental aletin sapı ile vurulduğunda ve komşu hasarsız dişin normal perküsyon sesi ile karşılaştırıldığında metalik ses

duyulabilir. Kök yüzeyinin %20'sinden fazlası ankilozdan etkilendiğinde perküsyon testi ve mobilite testi ile teşhis edilir (Andersson, Blomlöf, Lindskog, Feiglin ve Hammarström, 1984). Erken evrelerde ankiloz için radyografik tanı koymak zordur. Ancak ilerleyen dönemlerde radyografilerde replasman rezorpsiyonu saptanabilir (Andersson, Bodin ve Sörensen, 1989; Andreasen vd., 2018).

Erişkinlerde ankiloz önemli bir problem değildir. Alveolar kemiğin büyümesinin tamamlandığı yetişkin bir hastada ankiloz diş, kemikle yer değiştirmesi için yerinde bırakılabilir. Ankiloz bir dişi ağızda tutmak, dişin çekilmesi durumunda görülen alveolar rezorpsiyonu önlemek için çok iyi bir seçenektir. Bu nedenle, ankilotik kökler kemik replasmanı için kemikte bırakılmalıdır. Diş kemik tarafından rezorpsiyona bırakıldığında protez veya implant yoluyla başarılı bir şekilde tedavi edilebilir (Andreasen vd., 2018).

Büyüme gelişimi devam eden hastalarda ankiloz dişler tedavi edilmeden bırakılmamalıdır çünkü replasman rezorpsiyonu oranı daha hızlıdır ve sonunda etkilenen diş kök desteğini kaybedecektir (Jaikaria ve Thakur, 2019). Büyüme devam eden hastalarda periodontal lifler ankiloz bölgede kısmen veya tamamen kemikle yer değiştirir ve diş sürmesi tamamen durur. Marjinal kemik gelişimi görülmez. İnterdental lifler hala ankiloz diş komşu dişlere bağlar ve dişlerin devrilmesine neden olur (Malmgren, Malmgren ve Andreasen, 2006).

Alveolar kemik ile kaynaşmış ankiloz diş, çevre dişler dikey olarak büyümeye devam ederken, o bölgedeki alveolar sürecin dikey büyümesini engelleyecektir. Büyümenin bu şekilde engellenmesi, ankiloz dişin geride kalmasına ve daha üst bir pozisyona gelmesine neden olur. Buna ankilotik dişin infraoklüzyonu denir (Andreasen vd., 2018). Etkilenen diş, doğal erüptif sürece yanıt verme konusunda sınırlı olduğundan dişin infrapozisyonu hafif formdan daha şiddetli bir forma kadar değişebilir. Bu durum estetik olmayan bir dento-gingival kompleksle sonuçlanır ve gelecekteki protetik rehabilitasyonu zorlaştırabilir. (Cohenca ve Stabholz, 2007; ; Mohadeb vd., 2016; Jaikaria ve Thakur, 2019).

İnfrapozisyonun tedavisi için altı seçenek önerilmiştir:

1. Büyüme çağındaki bireylerde kompozit restorasyon önerilmez ancak hasta ergenlik dönemini geçirmişse ve infrapozisyon minimalse bir tedavi seçeneği olabilir. Alveolar büyüme tamamlandığında sadece küçük bir infraoklüzyon beklenebilir. O zaman insizal kenarın yükseltilmesi daha kalıcı bir seçenektir.

2. Ankiloz alan minimal ise cerrahi yeniden konumlandırma önerilmiştir. Ancak, uzun vadede prognoz kötüdür. Çünkü azalan marjinal kemik

seviyesi değişmemiştir ve kök zayıf bir kemik desteğine sahiptir. Ayrıca, yeni ankiloz ve replasman rezorpsiyonu böyle bir girişimden sonra da beklenir.

3. Ankiloze diş ve çevresindeki kemik segmentin dento-osseöz osteotomisi ile kemik distraksiyonu yapılabilir. Segmentin ekstrüzyonu için farklı tipte apareyler önerilmiştir (Ohkubo vd., 2011; Agabiti vd., 2014). Bu tedavi çenelerin büyümesi tamamlanana kadar ertelenmelidir. Kök ve komşu kemik arasında hala bir füzyon olduğunu akılda tutmak önemlidir. Ayrıca, bu yöntem replasman rezorpsiyonunu durduramaz.

4. Ankiloze bir dişin çekimi, bağlı olduğu kemiğin kaybına neden olabilir. Özellikle maksilladaki ince bukkal duvar ve soket iyileşmesi tehlikeye girer. Yani hem yatay hem de dikey boyutta bir defekte neden olur. Bu nedenle günümüzde uygun olmayan bir yöntem olarak kabul edilir.

5. Ankiloze bir kesici dişin yerine bir premolar dişin ototransplantasyonu bir alternatif olabilir. Pulpanın revaskülarizasyonunu ve başarılı periodontal iyileşmeyi sağlamak için ideal kök gelişimi tam kök uzunluğunun $\frac{3}{4}$ 'ü kadar olmalıdır. Ankiloze dişin kökünün tamamı çıkarılmalıdır. Sağlam periodontal ligament ile yapılan ototransplantasyon yeni kemik oluşumunu tetikleyeceği için çıkarılan köke yapışık kemik sorun olmayacaktır.

6. İnfrapozisyondaki dişin dekorasyonu Malmgren ve arkadaşları tarafından önerilen daha konserveatif bir tekniktir (Malmgren vd., 1984).

Dekoronasyon

Malmgren, Cvek, Lundberg ve Frykholm (1984) ankiloze dişlerin çekimine alternatif olarak, dişin çevresindeki alveolar kemiği korumaya ve dişin infra-pozisyonunu önlemeye çalışan bir tedavi önermişlerdir. Bu prosedür dekoronasyon olarak tanımlanır. Teknik şu adımları içerir:

1. Mukoperiosteal bir flep kaldırılır ve dişin kronu sürekli salin akışı altında elmas frez ile çıkarılır.

2. Kök kanal dolgusu var ise uzaklaştırılır.

3. Kök yüzeyinin koronal kısmı marjinal kemik seviyesinin 2,0 mm altına indirilir.

4. Boş kök kanalı serum fizyolojik ile iyice durulanır ve daha sonra kanla dolmasına izin verilir.

5. Ankiloze kök, kemikle yer değiştirmesi için alveol içinde bırakılır.

6. Mukoperiosteal flep ile yumuşak doku alveolün üzerine çekilir ve sütür atılır. Flepte herhangi bir germe veya uzatma yapılmamalıdır (Cohenca ve Stabholz, 2007).

Ankiloze Dişin Dekoronasyonundan Sonra Alveoler Kemik Gelişimi

Bir diş ankiloze olduğunda periodontal lifler ankiloze bölgede kısmen veya tamamen kemikle yer değiştirir ve dişin sürmesi tamamen durur. Diğer dişlere interdental lifler ile bağlı olduğundan diğer dişlerin sürmesi devam ettikçe dişlerin devrilmesine neden olur. Marjinal kemik gelişimi de görülmez (Andreasen vd., 2018).

Dekoronasyondan sonra kan pıhtısı çevre dokulardan organize olur ve rezorbe olan kök üzerinde ince bir kemik tabakası oluşur. Bu, komşu dişler arasındaki interdental liflerin ve bu dişlere bağlı dentoperiosteal liflerin alveolar kretin üstünde yeni bir periost oluşturduğunu gösterir. Dişlerin devam eden sürmesi, liflerden periosta doğru çekiş yoluyla kemik apozisyonunu indükler. Bu durum, normal diş erüpsiyonu sırasında oluşan kemik indükleyici etkilerle uyumludur. Benzer bulgular dişlerin ototransplantasyonundan sonra da gözlenmiştir (Malmgren vd., 2006).

Çocuklarda ve ergenlerde alveolar kemiğin yeniden şekillenmesi ve büyümesi, iskeletsel çene büyümesi ve diş sürmesi ile yakından ilişkilidir. Dişlerin sürmesi sırasında oluşan serbest gingival, sirküler, transeptal ve periodontal lifler ile kollajen lif sistemi bu gelişim için önemli rol oynar (Marks ve Schroeder, 1996). Diş eksikliklerinde olduğu gibi diş çevresindeki lif sistemi eksik olduğunda alveoler büyüme azalır. Bu nedenle interdental bölgedeki marjinal lif anatomisi, bir travma sonrası ankiloz ve infraoklüzyon meydana gelirse alveoler kemik gelişimi için büyük öneme sahiptir (Malmgren vd., 2006).

Dekoronasyon tekniği ilk olarak 24 ankiloze daimi kesici dişten oluşan bir çalışmada kullanılmıştır. Özellikle pubertal büyümeden önce tedavi edilen hastalarda marjinal kemikte bir artış olduğu gösterilmiştir. Malmgren, Tsilingaridis ve Malmgren (2015) tarafından yürütülen daha kapsamlı ve detaylı bir çalışma 103 dekoronasyon vakasının takibini yapmıştır. Çalışma grubu 103 dekoronasyon daimi kesici dişi olan 95 hastadan oluşmuştur. Travma yaşı 6,8 ila 17,8 yıl ve dekoronasyon yaşı 9,3 ila 22 yıl arasında değişmekteydi. Ortalama takip süresi 4,6 yıldır. Ortalama yaşı 14,6 olan erkeklerde ve ortalama yaşı 13,0 olan kızlarda alveolar kemik seviyesinde önemli bir artış bulunmuştur. Dolayısıyla, hastaların dekoronasyon sırasındaki yaşının alveolar kemik gelişimi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu durum dekoronasyonun hastalar, özellikle de kızlar gençken yapılmasının uygun olduğunu göstermektedir. Genel olarak, dekoronasyon ideal olarak kızlarda erkeklerden yaklaşık iki yıl önce başlayan pubertal büyüme atagından önce yapılmalıdır (Andreasen vd., 2018).

İnfrapozisyon Oranı

Genç hastalarda dişi mümkün olduğunca uzun süre yer tutucu olarak tutmanın avantajları vardır. Bu nedenle, dekoronasyon zamanlaması çok önemlidir. Avulsiyon vakaları genellikle çene ve alveolar proses büyümesinin yoğun olduğu 8-12 yaşlarında meydana gelir. Büyüme, genel iskelet büyümesi, yaş ve cinsiyet gibi faktörlerle bireysel olarak değişir.

Yapılan bir çalışmada infrapozisyon oranı ile yaralanma sırasındaki yaş, büyüme yoğunluğu ve yüz büyümesi arasındaki ilişki analiz edilmiştir (Malmgren ve Malmgren, 2002). İnfrapozisyon oranının yaralanma sırasındaki yaşla ilişkili olduğu bulunmuştur. Yaralanma sırasında 10 yaşından küçük olan çocuklarda infrapozisyon artışı, daha sonra meydana gelen travmalara kıyasla daha hızlı ve daha şiddetli olmuştur. 10-12 yaş arası hastalarda infrapozisyon en genç gruptaki kadar hızlı artmamıştır ve 12 yaşından büyük hastalarda infrapozisyon oranı değişkenlik göstermiştir.

İnfrapozisyon çoğu vakada iskelet büyümesiyle de ilişkili bulunmuştur. Ancak, infrapozisyon ile büyüme arasında mutlak bir korelasyon yoktur. Bu nedenle, infrapozisyonun ilerlemesinin bireysel olarak değiştiğini akılda tutmak önemlidir. Ankiloz tanısı konduğunda on yaşından büyük olan hastalar da düzenli olarak izlenmelidir. Büyüme atağı sırasında ciddi infraoklüzyon riski büyüktür. Büyüme atağının zamanı bireysel olarak değişkenlik gösterir (Malmgren ve Malmgren, 2002).

Alveolar Prosesin Korunması

Büyüme gelişimi devam eden bireylerde dekoronasyon uygulaması horizontal alveolar genişliği korur ve alveolar sırtın kayıp vertikal kemiğini yeniden oluşturur (Mohadeb vd., 2016). Biyolojik olarak açıklaması ise, dekoronasyon ile bırakılan kökün, replasman rezorpsiyonu sırasında yeni kemik gelişimi için bir matriks görevi görmesi ve komşu dişlerin sürmesi sırasında kaybedilen dikey alveolar kemiğin yeniden inşa edilmesidir. Dekoronasyon ile bırakılan kök üzerinde ilk olarak yeni bir periost oluşur ve vertikal alveolar büyümeye izin verir. Daha sonra bitişik dişler arasında dekoronasyon prosedürü ile kopan interdental lifler yeniden organize olur. Bu dişlerin sürmeye devam etmesi, dentalperiosteal lif kompleksi aracılığıyla marjinal kemik apozisyonuna aracılık eder. Sürmekte olan dişler, alveolar soketin üst kısmını kaplayan periost ile ve dolaylı olarak alveolar krete ve interdental papillanın lamina propriyasına yerleşen gingival lifler aracılığıyla bağlantılıdır. Her iki yapı da alveolar kretin üstünde kemik birikimiyle sonuçlanan bir çekiş kuvveti oluşturur (Malmgren vd., 2006). Erkeklerde ortalama 14,6 yaşında, kızlarda ise 13 yaşında dekoronasyon yapıldığında kayda değer marjinal kemik gelişimi görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar kraniyofasiyal kompleks çalışmalarıyla uyumludur (Thilander, 1995).

Her iki çenede de diş çekiminden sonra alveolar proses rezorpsiyonunun bukkal tarafta lingual veya palatale göre önemli ölçüde daha fazla olduğu bilinmektedir (Araújo ve Lindhe, 2005; Misawa, Lindhe ve Araújo, 2016). Dekoronasyon tekniği ile kemik kaybı en aza indirilir ve ankiloze kök kademeli olarak rezorbe edilir ve kemik ile yer değiştirir. Dekoronasyondan sonra alınan çalışma modellerinde alveolar kretin bukkopalatal alveolar boyutlarının ölçüldüğü çalışmada kontralateral homolog dişe kıyasla dekoronasyon bölgesinde bukko-palatal boyutta sadece 1 mm'lik bir azalma bulunmuştur (Lin, Schwarz-Arad ve Ashkenazi, 2013). Başka bir çalışmada ise diş çekimlerden sonra alveolar kret değişiminin aynı şekilde ölçülmesiyle 3-5,5 mm arasında bir azalma bulunmuştur. (Lam, 1960) Bu bulgular dekoronasyon yapılan bölgede alveolar kret genişliğinin önemli ölçüde korunmasının kanıtıdır.

Yakın zamanda yapılan bir vaka çalışmasında, kök kanal tedavisi yapılmış ve kök dolgu materyali kaldırılmadan dekoronasyon yapılmış dişlerde, dekoronasyon sonrasında bir miktar bukkal kemiğin rezorbe olduğu gösterilmiştir (Tsukiboshi ve Tsukiboshi, 2014). Orijinal yöntemde , tedavinin önemli noktası kök dolgu materyalinin çıkarılması ve kök kanalının bir kan pıhtısı ile doldurulmasıdır. Kök, yeni kemik oluşumu için bir matriks görevi görür ve kan pıhtısı çevredeki kemik dokusundan organize olarak yeni kemik oluşumunu indükler (Malmgren vd., 1984).

Avulsiyondan sonra replantasyon yapılmadığında, dikey ve yatay kemik atrofisi meydana gelecektir. İmplant yerleştirilebilmesi için cerrahi olarak kemik ototransplantasyonu veya vertikal distraksiyon osteogenezi ile yapılabilen kombine bir horizontal ve vertikal kemik ogmentasyonu gerekir. Sonuç olarak, dekoronasyonun iyi bir tedavi alternatifi olduğu gösterildiğinden, küçük çocuklarda avulse dişler ekstra-alveolar durumdan ve riskli prognozdan bağımsız olarak replante edilmelidir (Andreasen, Malmgren ve Bakland, 2006).

İmplantlar ve Kök Kalıntıları

Dekoronasyon ileride uygulanacak implant cerrahisi için gerekli olan kreti koruma amacıyla uygulanır. Büyüme gelişim tamamlandığında implantlar yerleştirilebilir. İmplant yerleştirilecek saha dentin kalıntıları içerebilir. Yapılan bir çalışmada dört vakada implantlar kalan kök kalıntıları ile temas halinde yerleştirilmiştir. Dentin, implantların yerleştirilmesi için herhangi bir engel oluşturmadığı gibi iyileşme sürecini de etkilememiştir (Andreasen vd., 2018). Malmgren vd. (2015) 18 implant hastasından 14'ünde kret ogmentasyonu yapılmadığını, dekoronasyon tekniğiyle dental implantlar için uygun kemik hacminin korunduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, avülse dişleri CBCT ile takip eden çalışmalarla da desteklenmektedir (Lin vd., 2013).

Dekoronasyonun Zamanlaması

1. İnfraoklüzyon homolog dişin 1/3'ünden daha az olduğunda dekoronasyon yapılırsa kemik gelişimi en iyi prognoza sahiptir.

2. İnfrapozisyon oranı dış gelişimi, kraniofasial büyüme ve genel iskelet büyümesi ile ilişkilidir (Malmgren ve Malmgren, 2002).

3. Pubertal büyüme atağından önce yapılan dekoronasyon, daha sonra yapılabileceğine göre daha iyi bir prognoza sahiptir. Büyüme atağı kızlarda erkeklerle göre yaklaşık iki yıl daha erken başlar.

4. Büyüme atağının zamanı bireysel olarak değişir. Hastanın bireysel büyüme atağını değerlendirmek için yıllık vücut boyu ölçümü, fotoğraflar ve alçı çalışma modelleri gibi verileri toplanmalıdır. Bu veriler infraoklüzyon oranını ve dekoronasyon zamanlamasını değerlendirmeye yardımcı olur (Andreasen vd., 2018).

Dekoronasyon Sonrası Protetik Restorasyonlar

Dekoronasyon, alveolar kemiğin korunmasını amaçlayan etkili bir yaklaşımdır. Prosedür nispeten basittir ve çocuklar ve ergenler tarafından başarılı bir şekilde tolere edilir (Filippi, Pohl ve von Arx, 2001; Mahakunakorn, Chailertvanitkul, Kongsomboon ve Tungkulboriboon, 2014). Dekoronasyon prosedürü ile kalıcı implant cerrahisi arasında uzun süre olduğundan hastalara dekoronasyondan hemen sonra geçici estetik ve fonksiyonel restorasyon yapılmalıdır (Sapir ve Shapira, 2008; Schwartz-Arad, Levin ve Ashkenazi, 2004). Cerrahi müdahale öncesinde hastanın yaşı, ağız hijyeni alışkanlıkları, ark gelişimi ve ortodontik tedavi ihtiyacı gibi çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Komşu dişlerin ark durumu da önemli bir faktördür. Büyüme gelişimin devam etmesi nedeniyle geçici restorasyonların yenilenmesi veya tekrar uyumlanması gerekebilir (Sigurdsson, 2009; Mahakunakorn vd., 2014). Bu nedenle, en uygun geçici restorasyonu belirlemek ve restorasyon takibinin yapılması için tedaviye multidisipliner bir ekip dahil edilmelidir (Einy, Kridin, Kaufman ve Cohenca, 2020).

Yapılacak olan restorasyonda en önemli nokta, uygun dikey kemik büyümesini sağlamak için alveolar prosesin ve yumuşak dokunun korunmasıdır (Mohadeb vd., 2016). Ayrıca hijyenik, estetik ve uzun süreli olmalıdır (Einy vd., 2018). Bir sistematik derleme, hareketli apareylerin en popüler restorasyonlar olduğunu ortaya koymaktadır. Hareketli bölümlü protezler genellikle büyüme gelişimi devam eden çocukta kalıcı dişler çıkana kadar ve alveolar kemik değişiklikleri azalana kadar tercih edilen tedavi yöntemidir (Gupta, Yelluri ve Munshi, 2015). Hareketli aparey kullanımında hem çocuk hem de aile tarafından yüksek düzeyde uyum gerekmektedir. Bununla birlikte, çoğu çocuk hem psikolojik hem de sosyal nedenlerden dolayı çıkarılabilir aparey takmayı reddetmektedir. Bu dezavantajlar muh-

temelen Malmgren'in (2013) dekoronasyon ile çıkarılan doğal kronun komşu dişlere yapıştırılarak kullanılmasını ilk seçenek restorasyon olarak tercih etmesine yol açmıştır.

Pontik restorasyonun komşu dişlere yapıştırılması ancak dental ark gelişimi ve komşu dişlerin sürmesi tamamladığında mümkündür (Malmgren, 2000). Ek olarak, pontiğin dişeti kenarı ile ankiloze kökün üzerindeki yüzey arasında minimum bir boşluk bırakılmalıdır. Bu, koronal kemik büyümesine izin vermek için zorunludur. Bir vakada, stabilizeyi artırmak için komşu dişe sabitleme twist-flex tel ile gerçekleştirilmiştir (Buczek, Zadurska ve Osmólska-Bogucka, 2014). Bu seçenek hastalar tarafından kabul görmesine ve basit görünmesine rağmen çeşitli zorluklar içermektedir (Díaz, Sandoval, Pineda ve Junod, 2007; Peretz ve Nuni, 2012). Her iki komşu diş kronunun palatal yüzeyine tutturulmuş eksik kronu içeren laboratuvar yapımı köprü daha tutucu bir restorasyon olarak kullanılabilir. Ancak metal plaka veya seramikten yapılan bu köprü, desteklenen dişlerden tutucu kolların kırılmasına veya gevşemesine ve simantasyon materyalinin başarısızlığına neden olabilir (Gupta vd., 2015).

Malmgren (2000) tarafından önerilen bir diğer seçenek ise protetik kuronlu bir lingual bar'dır. Şaşırtıcı bir şekilde, bu aparey pontik kantilever restorasyon ve çıkarılabilir apareye göre daha üstün kabul edilmesine rağmen, literatür taraması bunun en az kullanılan yöntem olduğunu göstermektedir (Einy vd., 2020; Sapir, Kalter ve Sapir, 2009). Bunun nedeni, çıkarılabilir protez veya bonded köprü gibi sık kullanılan geçici çözümlerin daha tanıdık ve erişilebilir olması olabilir. Protetik kuronlu lingual bar, büyüme ve ortodontik ihtiyaçlara bağlı olarak hastanın uzun vadede kullanabileceği sabit bir apareydir (Mohadeb vd., 2016). Son derece makul bir fiyata estetik çözüm sağlar. Ayrıca, çocuk hastalarda ön diş kaybının psikolojik etkilerini azaltarak diğer çocuklar tarafından alay konusu olmasını önler (Ashkenazi, Kaufman ve Einy, 2015). Hareketli bir apareyle karşılaştırıldığında geçici bir sabit parsiyel aparey, önemli sosyal etkileri ortadan kaldırır (Bouchardet vd., 2014). Transpalatal Ark ve Nance apareyi gibi bir apareylerde modifikasyon yapılmasıyla eksik dişin geçici olarak restorasyonu yapılmıştır (Malmgren, 2000). Bu laboratuvar üretimi apareyler sağlamdır ve daha fazla stabilize ihtiyacına uygundur. Ayrıca alveolar sırt üzerindeki baskıyı önler.

Fiberle güçlendirilmiş kompozitler geliştirilmiş mekanik özelliklere sahiptir (Yeluri ve Munshi, 2012). Fiberle güçlendirilmiş kompozit köprüler özellikle büyüme çağındaki bir çocukta, büyüme döneminin sonunda sabit bir protez yapılanaya kadar, eksik olan kalıcı ön dişin yerine konması için uygun bir alternatiftir. Bu tasarımın avantajları yapıştırılabilir olması, hasta başı teslim kolaylığı ve tamir edilebilir olmasıdır (Chafaie ve Portier, 2004). Uygulama tek randevuda yapılabildiği için hem ekonomiktir

hem de daha az zaman alır. Tasarım non-invaziv ve geri dönüşümlüdür, bu nedenle gerekirse diğer geleneksel tedavi seçeneklerine her zaman dönülebilir. Yapılan çalışmalar 3 ve 4,5 yıllık ortalama sağkalım süresi bildirmişlerdir (Freilich vd., 2002; Unlu ve Belli, 2006). Bu sonuçlar da kesin bir restorasyon sağlanana kadar çocuk hastalarda eksik daimi ön dişlerin yerini restore etmek için uygun bir ara tedavi seçeneği olduğunu gösterir. Bununla birlikte, ağız hijyenini sürdürme zorluğu ve çiğneme yüküne dayanma konusundaki soru işaretleri gibi dezavantajları vardır. Fiberle güçlendirilmiş kompozit sabit köprüler, eksik kalıcı ön dişin geçici olarak restorasyonu için seçenek olarak kullanılabilir (Gupta vd., 2015).

KAYNAKÇA

- Agabiti, I., Cappare, P., Gherlone, E. F., Mortellaro, C., Bruschi, G. B., & Crespi, R. (2014). New surgical technique and distraction osteogenesis for ankylosed dental movement. *The Journal of craniofacial surgery*, 25(3), 828–830. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000737>
- Andersson, L., Blomlöf, L., Lindskog, S., Feiglin, B., & Hammarström, L. (1984). Tooth ankylosis. Clinical, radiographic and histological assessments. *International journal of oral surgery*, 13(5), 423–431. [https://doi.org/10.1016/s0300-9785\(84\)80069-1](https://doi.org/10.1016/s0300-9785(84)80069-1)
- Andersson, L., Bodin, I., & Sörensen, S. (1989). Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endodontics & dental traumatology*, 5(1), 38–47. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1989.tb00335.x>
- Andreasen, F. M., & Pedersen, B. V. (1985). Prognosis of luxated permanent teeth--the development of pulp necrosis. *Endodontics & dental traumatology*, 1(6), 207–220. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1985.tb00583.x>
- Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Andersson, L. (Eds.). (2018). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. (s 834-850) John Wiley & Sons.
- ANDREASEN, J. O., Malmgren, B., & BAKLAND, L. K. (2006). Tooth avulsion in children: to replant or not. *Endodontic Topics*, 14(1), 28–34.
- Araújo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 32(2), 212–218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x>
- Ashkenazi, M., Kaufman, A., & Einy, S. (2015). The diagnostic and treatment challenges associated with traumatized intruded permanent incisors: a case report. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 46(4), 309–315. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a33401>
- Bouchardet, F., de Souza Gruppioni Cortes, M. I., Vilela Bastos, J., Costa de Moraes Caldas, I. A., Caldas, M., Franco, A., & Pessoa Vieira, D. N. (2014). The impact of tooth avulsion on daily life performance using the Brazilian OIDP index in children and young adults. *The Journal of forensic odontology-stomatology*, 32(1), 9–14.
- Buczek, O., Zadurska, M., & Osmólska-Bogucka, A. (2014). Ankylosis in adolescence-treatment options with special focus on decoronation-review of literature. *J Stomat*, 67(3), 346-359.
- Chafaie, A., & Portier, R. (2004). Anterior fiber-reinforced composite resin bridge: a case report. *Pediatric dentistry*, 26(6), 530–534.
- Cohenca, N., & Stabholz, A. (2007). Decoronation - a conservative method to treat ankylosed teeth for preservation of alveolar ridge prior to permanent prosthetic reconstruction: literature review and case presentation. *Dental trauma*

- matology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 23(2), 87–94. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00454.x>
- Díaz, J. A., Sandoval, H. P., Pineda, P. I., & Junod, P. A. (2007). Conservative treatment of an ankylosed tooth after delayed replantation: a case report. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 23(5), 313–317. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00463.x>
- Einy, S., Kaufman, A. Y., Yoshpe, M., Philosoph, N., Aizenbud, D., & Lin, S. (2018). Decoronation of an ankylosed tooth: Postoperative restoration by means of an intermediate fixed orthodontic laboratory device. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 49(3), 239–244. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a39744>
- Einy, S., Kridin, K., Kaufman, A. Y., & Cohenca, N. (2020). Immediate post-operative rehabilitation after decoronation. A systematic review. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 36(2), 141–150. <https://doi.org/10.1111/edt.12513>
- Feldens, C. A., Kramer, P. F., Ferreira, S. H., Spiguel, M. H., & Marquezan, M. (2010). Exploring factors associated with traumatic dental injuries in preschool children: a Poisson regression analysis. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 26(2), 143–148. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00858.x>
- Filippi, A., Pohl, Y., & von Arx, T. (2001). Decoronation of an ankylosed tooth for preservation of alveolar bone prior to implant placement. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 17(2), 93–95. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2001.017002093.x>
- Freilich, M. A., Meiers, J. C., Duncan, J. P., Eckrote, K. A., & Goldberg, A. J. (2002). Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 133(11), 1524–1541. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0084>
- Gault P. (2013). Idiopathic ankylosis-resorption: diagnosis and treatment. *International orthodontics*, 11(3), 262–277. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2013.06.003>
- Gupta, A., Yelluri, R. K., & Munshi, A. K. (2015). Fiber-reinforced Composite Resin Bridge: A Treatment Option in Children. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 8(1), 62–65. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1285>
- Hecova, H., Tziggounakis, V., Merglova, V., & Netolicky, J. (2010). A retrospective study of 889 injured permanent teeth. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 26(6), 466–475. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2010.00924.x>
- Hunter, M. L., Hunter, B., Kingdon, A., Addy, M., Dummer, P. M., & Shaw, W. C. (1990). Traumatic injury to maxillary incisor teeth in a group of South

- Wales school children. *Endodontics & dental traumatology*, 6(6), 260–264. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1990.tb00429.x>
- Jaikaria, A., & Thakur, S. (2019). Alveolar ridge preservation in a growing patient with decoronation: One-year follow-up. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 37(2), 214–217. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_242_18
- Lam, R. V. (1960). Contour changes of the alveolar processes following extractions. *The Journal of prosthetic dentistry*, 10(1), 25–32.
- Lima, T. F. R., Vargas Neto, J., Casarin, R. C. V., Prado, M., Gomes, B. P. F., Almeida, J. F. A., Zaia, A. A., & Soares, A. J. (2017). Multidisciplinary approach for replacement root resorption following severe intrusive luxation: A case report of decoronation. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 48(7), 555–561. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a38334>
- Lin, S., Schwarz-Arad, D., & Ashkenazi, M. (2013). Alveolar bone width preservation after decoronation of ankylosed anterior incisors. *Journal of endodontics*, 39(12), 1542–1544. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.003>
- Mahakunakorn, N., Chailertvanitkul, P., Kongsomboon, S., & Tungkulboriboon, J. (2014). Decoronation as a treatment option for replacement root resorption following severe intrusive trauma: a case report. *Oral health and dental management*, 13(2), 266–270.
- Malmgren B. (2000). Decoronation: how, why, and when?. *Journal of the California Dental Association*, 28(11), 846–854.
- Malmgren B. (2013). Ridge preservation/decoronation. *Journal of endodontics*, 39(3 Suppl), S67–S72. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.056>
- Malmgren, B., & Malmgren, O. (2002). Rate of infraposition of reimplanted ankylosed incisors related to age and growth in children and adolescents. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 18(1), 28–36. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2002.180104.x>
- Malmgren, B., Cvek, M., Lundberg, M., & Frykholm, A. (1984). Surgical treatment of ankylosed and infrapositioned reimplanted incisors in adolescents. *Scandinavian journal of dental research*, 92(5), 391–399. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1984.tb00907.x>
- Malmgren, B., Malmgren, O., & ANDREASEN, J. O. (2006). Alveolar bone development after decoronation of ankylosed teeth. *Endodontic topics*, 14(1), 35–40.
- Malmgren, B., Tsilingaridis, G., & Malmgren, O. (2015). Long-term follow up of 103 ankylosed permanent incisors surgically treated with decoronation--a retrospective cohort study. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 31(3), 184–189. <https://doi.org/10.1111/edt.12166>

- Marks, S. C., Jr, & Schroeder, H. E. (1996). Tooth eruption: theories and facts. *The Anatomical record*, 245(2), 374–393. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0185\(199606\)245:2<374::AID-AR18>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0185(199606)245:2<374::AID-AR18>3.0.CO;2-M)
- Misawa, M., Lindhe, J., & Araújo, M. G. (2016). The alveolar process following single-tooth extraction: a study of maxillary incisor and premolar sites in man. *Clinical oral implants research*, 27(7), 884–889. <https://doi.org/10.1111/clr.12710>
- Mohadeb, J. V., Somar, M., & He, H. (2016). Effectiveness of decoronation technique in the treatment of ankylosis: A systematic review. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 32(4), 255–263. <https://doi.org/10.1111/edt.12247>
- Ohkubo, K., Susami, T., Mori, Y., Nagahama, K., Takahashi, N., Saijo, H., & Takato, T. (2011). Treatment of ankylosed maxillary central incisors by single-tooth dento-osseous osteotomy and alveolar bone distraction. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 111(5), 561–567. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.06.026>
- Owen T. L. (1965). Ankylosis of teeth. *The Journal of the Michigan State Dental Association*, 47(12), 347–350.
- Peretz, B., & Nuni, E. (2012). Resin-bonded cantilever and twist-flex wire for maxillary incisor lost due to trauma. *Journal (Canadian Dental Association)*, 77, C28.
- Sapir, S., & Shapira, J. (2008). Decoronation for the management of an ankylosed young permanent tooth. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 24(1), 131–135. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2006.00506.x>
- Sapir, S., Kalter, A., & Sapir, M. R. (2009). Decoronation of an ankylosed permanent incisor: alveolar ridge preservation and rehabilitation by an implant supported porcelain crown. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 25(3), 346–349. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00788.x>
- Schatz, J. P., Hakeberg, M., Ostini, E., & Kiliaridis, S. (2013). Prevalence of traumatic injuries to permanent dentition and its association with overjet in a Swiss child population. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 29(2), 110–114. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01150.x>
- Schwartz-Arad, D., Levin, L., & Ashkenazi, M. (2004). Treatment options of unreatable traumatized anterior maxillary teeth for future use of dental implantation. *Implant dentistry*, 13(2), 120–128. <https://doi.org/10.1097/01.id.0000116367.53563.19>
- Sigurdsson A. (2009). Decoronation as an approach to treat ankylosis in growing children. *Pediatric dentistry*, 31(2), 123–128.
- Soares, A.deJ., Gomes, B. P., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., & de Souza-Filho, F. J.

- (2008). Relationship between clinical-radiographic evaluation and outcome of teeth replantation. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 24(2), 183–188. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2007.00528.x>
- Thilander B. (1995). Basic mechanisms in craniofacial growth. *Acta odontologica Scandinavica*, 53(3), 144–151. <https://doi.org/10.3109/00016359509005964>
- Tsukiboshi, M., & Tsukiboshi, T. (2014). Bone morphology after delayed tooth replantation - case series. *Dental traumatology : official publication of International Association for Dental Traumatology*, 30(6), 477–483. <https://doi.org/10.1111/edt.12111>
- Unlu, N., & Belli, S. (2006). Three-year clinical evaluation of fiber-reinforced composite fixed partial dentures using prefabricated pontics. *The journal of adhesive dentistry*, 8(3), 183–188.
- Yeluri, R., & Munshi, A. K. (2012). Fiber reinforced composite loop space maintainer: An alternative to the conventional band and loop. *Contemporary clinical dentistry*, 3(Suppl 1), S26–S28. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.95099>

Bölüm 6

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA YAPILAN EPIGENETİK ÇALIŞMALAR

Gonca SÖNMEZ¹ , Şeref İNAL²

1 Arş. Gör. Dr. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Veterinerlik Genetiği Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-4946-3749

2 Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni ve Hayvan Besleme Bölümü, Veterinerlik Zootekni Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0003-4746-8930

1. Sığırlarda Yapılan Epigenetik Çalışmalar

Süt sığırlarında DNA metilasyonu ve süt üretimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Laktasyon sırasında sığır α S1-kazein geni hipometile olarak gözlemlenmiştir (Platenburg ve ark 1996). Araştırmada, laktasyon döngüsü boyunca çeşitli fizyolojik koşullar altında bu genin karakterizasyonuna bakılmıştır. Laktasyon sırasında α S1-kazein kodlayan genin bir parçası olan STAT5-bağlayıcı laktasyon arttırıcı genin hipometilasyona uğradığı keşfedilmiştir (Vanselow ve ark 2006). Meme bezlerinin *Escherichia coli* enfeksiyonu sırasında, bu bölge üç CpG dinükleotitte meydana gelen metilasyon sonucu α S1-kazein anlatımının durmasına neden olduğu gözlemlenmiştir (Vanselow ve ark 2006). Bu gözlemler ayrıca *Streptococcus uberis* enfeksiyonu ile de gösterilmiştir (Swanson ve ark 2009). Aynı üç CpG dinükleotitlerin metilasyonu, sağlıklı sütçü sığırlarda süt sağımı aniden kesildiği zaman sağım yapılmayan dönemlerde de görülmüştür (Singh ve ark 2009). González-Recio ve ark (2012), süt sığırlarında yavrularının süt üretimini etkileyip etkilemediğini görmek için nesiller arası bir çalışma başlatmışlardır. Daha önceki doğumdan olan yavruyu emzirmekte olan ineklerden doğan dişi buzağuların ergin çağda ilk doğan buzağulara göre 18 ila 91 kg daha az süt ürettiklerini ve ömürlerinin daha kısa olduğunu tespit etmişlerdir (González-Recio ve ark 2012). Araştırmacılar nesiller boyu etkisinin gözlemlenmesi nedeniyle epigenetik kalıtımın rolünün araştırılmasını önermişlerdir. Ancak bu çalışmada etkilenen buzağularda kontrollere karşı epigenetik farklılıklara spesifik olarak bakılmamıştır.

Yağ kitlesi ve obezite ile ilişkili FTO geninin intron 1 bölgesindeki tek nükleotid polimorfizmleri, gen anlatımının ve vücut ağırlığının artması, obezite ve tip 2 diabetes mellitus ile ilişkilendirilmiştir. Yüksek laktasyon performansı ile beraber yüksek süt verimi, son zamanlarda sütçü ineklerin meme epitel hücrelerinin aşırı derecede miRNA-29 ekspresyonuyla ilişkilendirilmiştir (Melnik ve Schmitz 2017). İnek sütü, süt tüketenlerin sistemik dolaşımına ve hedef mRNA'larına ulaşan önemli miktarda ekzozomal miRNA-29s sağlamaktadır. miRNA-29s DNMT'leri hedeflemekte ve böylece CpG metilasyonunu azaltmaktadır. Sütteki ekzozomal miRNA-29s'ler FTO metilasyonunu azaltıp süt tüketenlerde epigenetik olarak FTO anlatımını arttırabilmektedir (Melnik 2015).

Gluten ve kazein içermeyen diyetlerin, çeşitli hastalardaki bağırsak, otoimmün ve nörolojik belirtileri iyileştirdiği bildirilmiştir; ancak altta yatan etki mekanizması belirsizliğini korumaktadır. Postnatal erken gelişim sırasında ortaya çıkan CpG metilasyonu ve histon değişiklikleri de dahil olmak üzere epigenetik programlama, ilerleyen yaşlarda hastalık meydana gelme riskini etkileyebilmektedir. Gıda kaynaklı prolin bakımından zengin opioid peptidlerin insan nöronal ve gastrointestinal epitelyal hücre kültürlerinde opioid reseptörlerin epigenetik modifikasyonlarla aktivasyonu

sonucunda sistein alımını düzenlediği bildirilmiştir (Trivedi ve ark 2014). Sığır sütünden türetilen opioid peptid beta-kazomorfin-7'nin (BKM7) sistein alımını azalttığı ve metil donör S-adenosilmetiyonin seviyesini düşürdüğü bulunmuştur (Trivedi ve ark 2015).

Hayvan yetiştiricileri, daha iyi ve ucuz gıda ürünleri elde etmeyi amaçlayan genetik iyileştirme programlarını hızlandırmak için yardımcı üreme teknolojilerinin yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamışlardır. Geleneksel olarak cinsiyete bakılmaksızın gelecek nesilde en iyi ebeveynleri seçmek için ebeveynlerin fenotipik özellikleri ve kantitatif genetik yaklaşımları kullanılarak Mendel'in kalıtım yasalarına odaklanılmıştır. Bununla birlikte, erkek ve dişi gametler doğum öncesi ve doğum sonrası gelişme ve büyüme sırasında anahtar rol oynayan ebeveynlere özgü epigenetik işaretleri taşımaktadırlar. İn vitro kültür ve somatik hücre nükleer transferi ile üretilen sığır embriyoları ve fetüslerin, baskılanmış bazı genlerin sentezlenmesini kontrol eden farklı şekilde metillenmiş bölgelerde epigenetik anomaliler gösterdiği bulunmuştur (Smith ve ark 2015). Üreme biyoteknolojileri ile epigenetik bozukluklar ve sığır embriyolarındaki anormal gen anlatımları arasındaki ilişki hakkında mevcut bilgiler sınırlıdır ve epigenetik bozuklukları önlemek için yardımcı üreme tekniklerini geliştirebilecek yollar keşfetmek için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Urrego ve ark 2014).

Yapılan bazı çalışmalar, sığır embriyoları (Niemann ve ark 2010) ve sığır eşey hücrelerinde (Heinzmann ve ark 2011) gelişimsel epigenetik programlamayı göstermektedirler. Bu epigenetik programlamalar tüm memeli türleri arasında benzerdir. Doğal bağışıklığa odaklanan bir başka çalışmada Green ve Kerr (2014) toll reseptör sinyalizasyonu yoluyla sığır dermal fibroblastlarının doğuştan gelen bağışıklık tepkisindeki epigenetik ve bireysel değişiklikleri araştırmışlardır. Demetilasyon ve hiperasetilasyon ajanlarına maruz kalınması, kontrollere kıyasla birkaç sitokinin anlatımını arttırmıştır. Yapılan bu çalışmada bağışıklık geni anlatımlarının epigenetik düzenlemelere sahip olduğu düşünülmektedir.

Hastalıklarda epigenetiğin etkisi sıçan, fare ve insan gibi birçok hayvan modelinde incelenmiştir, ancak sığırlarda çok az çalışma yapılmıştır. Büyük yavru sendromu (LOS) adı verilen sığırlarda gelişimsel bir hastalığın, embriyonik büyüme sırasında epigenetik bileşenleri bulunduğu gösterilmiştir. LOS, in vitro fertilizasyon ve somatik hücre nükleer transferi gibi sığırlarda yaygın olarak kullanılan üreme teknolojileri ile büyük oranda ilişkilendirilmiştir (Kruip ve ark 1997). Semptomlar genellikle yüksek doğum ağırlığı, organlarda aşırı büyüme, nefes alma ve ayakta durma zorluklarının yanı sıra iskelet ve immünolojik kusurları da içermektedir. Fetal ve neonatal ölümlerin oranları artmaktadır (Young ve ark 1998). Dean ve ark (2001) in vitro fertilize ve somatik hücre nükleer transfer embriyoları

arasında sığır embriyolarında (morula) metilasyon değişiklikleri olduğunu bildirmiştir ve bu metilasyon farklılıklarının üreme teknolojilerinden doğan buzağuların farklı fertilizasyon oranlarını açıklayabileceğini önermektedir.

Maternal metabolik bozuklukların, yavrularda DNA metilasyonu gibi, epigenetik programlamayı bozabileceği bilinmektedir. Oosit olgunlaşması ve erken embriyo gelişimi metilasyon değişiklikleri ile çakışmaktadır ve her ikisi de olumsuz çevre koşullarına duyarlıdır. Sığır oositleri ve embriyoları, farklı yükseltilmiş esterleşmemiş yağ asidi konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Elde edilen blastokistlerin genel gen anlatımı ve DNA metilasyonu mikroarray yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yüksek konsantrasyona maruz kalmış oositlerin ve embriyoların, bazal konsantrasyona maruz kalanlara kıyasla, değişen DNA metilasyonu ve transkriptomik parmak izlerine sahip oldukları bulunmuştur. Etkilenen ana gen yollarının lipid ve karbonhidrat metabolizması, hücre ölümü, immün yanıt ve metabolik bozukluklarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Desmet ve ark 2016).

Beslenme değişiklikleri ile ilgili histon modifikasyonu üzerine yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur. Kısa zincirli yağ asitleri geniş getirenlerin sindiriminde özellikle önemlidir ve hücre enerjisi üretimi ve kullanımında yararlanırlar (Bugaut 1987). Kısa zincirli bir yağ asidi olan bütiratın, genomdaki epigenetik modifikasyonları düzenlediği ve histon deasetilazları inhibe ettiği bilinmektedir (Li ve Li 2006). Madin-Darby sığırlarında yüksek dozda bütirata maruz kalınmasının, böbrek epitel hücrelerinde hücre döngüsünün durmasına neden olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada bütiratın gen ekspresyonunun, nükleik asit metabolizmasında ve DNA replikasyonunda değişikliklere neden olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, histon asetillenmesinin çeşitli hücresel işlemler için esas olduğunu iddia etmektedir (Wu ve ark 2012); ancak çalışmada histon asetilasyonu doğrudan ölçülmemiştir.

Güçlü bir histon deasetilaz inhibitörü olan trichostatin A (TSA)'nın somatik hücre nükleer transferi ve in vitro fertilizasyon blastosistlerinin transkripsiyonel profilleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kontrol ve trichostatin A somatik hücre nükleer transfer gruplarında downregüle genlerin büyük çoğunluğu ile upregüle genlerin yarısından fazlasının ortak olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar; blastosist evresi ile oluşan donör hücrelerin kapsamlı bir şekilde yeniden programlanmasına rağmen, sığırlarda somatik hücre nükleer transferine özgü hataların rasgele olmadığını ve TSA'nın epigenetik modifikasyonlarına cevap vermediğini göstermektedir (Hosseini ve ark 2016).

Primat olmayan memelilerin, iki tane silinmiş azospermi gen ailesi olan DAZL ve Boule, çeşitli hayvanların erkek bireylerinde fertilite için

gerekli olan RNA-bağlayıcı proteinleri kodlamaktadır. Testiküler DAZL transkripsiyonu, DNA metilasyonu gibi epigenetik faktörler tarafından düzenlenmektedir. Sığırlarda Boule geninin düzenlenmesinde DNA metilasyonunun rolünü araştırılmıştır. Nükleus promotörün metilasyonunun testis Boule transkripsiyonuna dahil olabileceği düşünülmüştür (Yao ve ark 2015).

Epigenetik değişikliklerden kaynaklanan tümör baskılayıcı genleri susturma ve proto-onkogenlerin aktivasyonu, kanserin başlamasında ve ilerlemesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tümör baskılayıcı genlerinin ekspresyonu ile proto-onkogenler arasındaki dengenin epigenetik modülasyon ile yeniden sağlanması kanser tedavisi için umut verici bir stratejidir. Kanser hücrelerinin oosit ekstraktıyla epigenetik olarak yeniden programlanması araştırılmıştır. Sığır partenogenetik oosit özütünün, tümör baskılayıcı genlerin promotörlerinde epigenetik modifikasyonları yeniden şekillendirerek kanser hücrelerindeki tümör baskılayıcı ve onkojenik genlerin ekspresyon modellerini değiştirdiği gösterilmiştir (Wang ve ark 2014).

Avustralya'nın iki tropik sığır cinsinde bulunan 729 068 tek nükleotid polimorfizminin epigenetik süreçlerle ilişkisi araştırılmıştır. Epigenetik süreçlere bağlı genlerde Brahman ve Tropical Composite sığır popülasyonları arasında farklılıklar olduğu bulunmuştur (Porto-Neto ve ark 2014).

2. Domuzlarda Yapılan Epigenetik Çalışmalar

Domuz, fizyolojisinin insana benzemesinden dolayı insan hastalıklarının incelemek için en sık tercih edilen hayvan modelidir. Bu nedenle, epigenetik domuz araştırmalarının çoğunda maruz kalma ve tepkime yer alırken, mevcut araştırmaların çok azı kuşaklar arası kalıtım ile alakalıdır.

Histon modifikasyonuna ve asetilasyona bağlı epigenetik etkiler hem et üretimini arttırmak hem de dejeneratif kas hastalığına karşı potansiyel bir tedavi geliştirmek için bir domuz modelinde incelenmiştir. Brokoli gibi yenilebilir bitki örtüsü içinde sıklıkla bulunan sülforafan, biyoaktif histon deasetilaz inhibitörüdür (Ho ve ark 2009). Potansiyel olarak daha fazla kas büyümesi ile sonuçlanacak olan miyostatinin epigenetik olarak baskınması için, domuz satelit hücrelerine sülforafan uygulanması denenmiştir (Benny Klimek ve ark 2010, Fan ve ark 2012).

Domuzlarda maternal diyet temelli, kısa ve uzun vadeli epigenetik değişiklikleri araştırmak için miyostatin yolaklarına bakılmıştır. Araştırmacılar, histon değişikliklerinin ve miRNA sentezindeki değişikliklerin uzun vadeli olduğunu ve iskelet kası fenotipinde rol oynadığını belirtmişlerdir (Liu ve ark 2011). Bir diğer çalışmada, gebelik sırasında anne domuzların değişen protein ve karbonhidrat diyetlerine yanıt olarak DNA metilasyonuna bakılmıştır (Altmann ve ark 2012). Araştırmacılar, metionin yeter-

sizliğinden kaynaklanan, protein kısıtlamalı diyetle maruz kalan annelerin fetuslarında hepatik global metilasyonun azaldığını bulmuşlardır (Niculescu ve Zeisel 2002). Yapılan çalışmada iskelet kası global metilasyonu etkilenmemiştir (Altmann ve ark 2012). Bu çalışma maternal beslenmenin muhtemelen embriyonik doku gelişiminde epigenetik bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Domuz eşey hücre hattındaki epigenetik programlama başka bir çalışma ile rapor edilmiştir (Hyldig ve ark 2011).

Yenidoğan domuz yavrularında, östrojen maruziyetinin rahim kapasitesini ve çevresini etkileyen epigenetik değişikliklere neden olabileceği gösterilmiştir. Bu maruziyet sonrasında, domuz yavrularının yetişkin hale geldiklerinde daha az sayıda başarılı gebelik geçirdikleri bulunmuştur (Tarleton ve ark 2001). Başka bir çevresel östrojene maruz bırakma deneyi, yavruyu rahim içi östradiol-17 β 'ya maruz bırakarak HOXA10 geni üzerindeki etkiyi analiz etmek için gerçekleştirilmiştir. Hem düşük doz hem de yüksek doz grubunda HOXA10 gen anlatımında bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak ergenlik öncesi ve sonrası arasında dişilerde HOXA10 geninin anlatımında farklılık bulunmuştur (Pistek ve ark 2013).

Braunschweig ve ark (2012) tarafından beslenmenin erkek epigenetik kalıtım üzerindeki etkisini incelemek için üç kuşak devam eden bir domuz çalışması başlatılmıştır. Deney grubu ebeveyn erkekler, metilleyici mikrobisleri fazla içeren bir diyetle beslenmişlerdir. F₂ neslinde deney grubu erkekler kontrollere kıyasla daha düşük yağ yüzdesi ve daha yüksek omuz kas yüzdesi göstermişlerdir. Karaciğerde kontrol grubu ile deney grupları arasında DNA metilasyonunda önemli farklılıklar bulunmuştur.

Klonlanmış embriyolarda DNA metilasyonunun eksik olarak yeniden programlanması düşük klonlama verimliliğine yol açmaktadır. Domuzlarda erken embriyonik gelişim sırasında genomik metilasyon değişimleri ve spesifik gen anlatım düzeyleri araştırılmıştır. Epigenetik modifikasyon ajanı kullanımının klonlanmış domuz embriyolarında genomik metilasyonun yeniden programlanmasını iyileştirebildiği ve erken embriyonik gelişime uygun gen anlatımını düzenleyerek klonlama verimliliğini arttırdığı bulunmuştur (Huan ve ark 2014).

Somatik hücre nükleer transferi, farklılaşmış bir hücrenin farklılaşmamış veya pluripotent bir duruma dönüşebildiğini göstermiştir. Siberian Sturgeon oosit ekstraktı muamelesinin domuz somatik hücrelerinden elde edilen embriyoların in vitro gelişimine etkisi araştırılmıştır. Klonlanmış embriyoların blastosist safhasında apoptotik hücrelerin sayısında azalma ve pluripotent belirteçlerinin anlatımında artış gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda ekstrakt ile muamelelenin, epigenetik yeniden programlamayı ve klonlanmış domuz embriyolarının kalitesini artıracığı ifade edilmiştir (Kim ve ark 2014).

Yapılan bir çalışmada, yetişkin kemik iliği kaynaklı mezenşimal kök hücreleri yeniden yapılandırılarak, nükleer transfer yöntemi ile klonlanmış domuz embriyoları üretilmiştir. Bu embriyoların in vitro gelişimsel sonuçlarını epigenetik olarak araştırmak için spesifik olmayan inhibitör trichostatin A olarak bilinen histon deasetilazlar kullanılmıştır. Klonlanmış blastosistlerin moleküler kaliteleri, pluripotent ve multipotent kök hücre bağlantılı belirteçlerin anlatımlarının ölçülmesi ile yapılmıştır. Trichostatin A uygulanan embriyoların morula ve blastosist oluşum oranları, uygulanmayan gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Morula/blastosist verimlerindeki ve klonlanmış domuz embriyolarının kalitesindeki gelişmelerin, yeniden yapılandırılmış oositlerin sitoplazmasında trichostatin A 'ya maruz bırakılmış nükleusların doğru epigenetik modifikasyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Samiec ve ark 2015). Bu çalışma, trichostatin A 'ya bağımlı epigenomik modülasyonu kullanarak nükleer transfer ile yüksek kalite embriyo ürettiğini kanıtlayan ilk çalışmadır. Önceki çalışmalar hem in vitro hem de in vivo klonlanmış embriyoların gelişimlerinin çeşitli histon deasetilaz inhibitörleri ile tedavi edilerek önemli ölçüde artırılabilirdiğini farklı türlerde göstermişlerdir. Bir histon deasetilaz inhibitörü olan m-karboksi sinnamik asit bishidroksamidin etkisi domuzlarda Song ve ark (2014) tarafından incelenmiştir. Yapılan diğer çalışmaların sonuçlarına benzer şekilde bu çalışmanın sonucunda embriyolarının in vitro gelişimini desteklediği, global histon asetilasyonunu arttırdığı bulunmuştur.

Ekzojen gen anlatımlarının yeteri kadar azaltılamaması, domuz kaynaklı pluripotent kök hücrelerin (piPSC), geleneksel pluripotent transkripsiyon faktörleri ile epigenetik yeniden programlamasında büyük bir engel oluşturmaktadır. Mao ve ark (2017) aktif DNA'nın, histon demetilasyonu veya histon deasetilaz inhibisyonu ile gerçekleşen epigenetik modifikasyonun, piPSC'lerde yeniden programlamayı arttıracaklarını ve ekzojen gen anlatımlarını azaltacaklarını test etmişlerdir (Mao ve ark 2017). Geleneksel pluripotent transkripsiyon faktörleri tarafından indüklenen ve ardından histon deasetilaz inhibitörleri ile dönüştürülen piPSC'lerin yüksek pluripotens gösterdiği, bununla birlikte epigenetik değiştiricilerin piPSC üretimini arttırdığı ve ekzojen genlere olan bağımlılıklarını azalttığı sonucuna varılmıştır (Choi ve ark 2016, Mao ve ark 2017).

Corominas ve ark (2015) Iberian x Landrace çaprazlamasıyla yapılan daha önceki çalışmalarında, domuzda kromozom 8 üzerindeki QTL'nin ana etken geni olan ELOVL6 geninin kas ve sırt yağlarındaki palmitik ve palmitoleik asit oranını arttırdığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, ELOVL6'nın başlangıç bölgesinde yer alan tek nükleotid polimorfizminin, ELOVL6 ekspresyonu ve buna bağılı olarak longissimus dorsi ve yağ dokuda palmitik ve palmitoleik asit yüzdeleri ile yüksek oranda ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Diğer bir çalışmalarında ise araştırmacılar,

ELOVL6'nın anlatımının düzenlenmesinin ve ELOVL6 polimorfizmlerinin domuz eti kalitesine etkisini analiz ederek ELOVL6'nın bu özelliklerdeki rolünü daha ileri düzeyde araştırmayı amaçlamışlardır. Buna göre, domuz ELOVL6 geninin iki izoformunun karaciğer ve yağ dokuda anlatımı olduğu ve ekzon sayıları ile 3'UTR uzunluğunda farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar ELOVL6 başlangıç bölgesindeki metilasyon seviyesindeki artışın ER α , SREBF1 ve SP1 gibi genlerin anlatımlarının düzenlenmesini açıklamak için iyi bir aday olduğunu ileri sürmüşlerdir (Corominas ve ark 2015).

Klonlanmış embriyolarda pluripotent genlerin tamamlanmamış reproduksiyonu, düşük klonlama verimliliği ile ilişkilidir. Epigenetik modifikasyon ajanlarının klonlanmış embriyoların gelişimsel yeterliliğini arttırdığı gösterilmiştir; bununla birlikte, epigenetik modifikasyon ajanlarının pluripotent gen yeniden programlanması üzerindeki etkisinin henüz net olmadığı belirtilmektedir. Huan ve ark (2015), domuzlarda erken embriyonik gelişim sırasında pluripotent transkripsiyon faktörlerinin Nanog geninin yeniden programlanmasını ve ekspresyon modellerini araştırmışlardır. Döllenen embriyolarla karşılaştırıldığında klonlanmış embriyoların, promotörlerinde daha yüksek, Nanog'un ilk ekzonunda ise daha düşük metilasyon sergilediği gözlemlenmiştir. Epigenetik modifikasyon ajanlarının klonlanmış domuz embriyolarının gelişimini arttırdığı, Nanog metilasyon profilinin yeniden programlanmasını geliştirdiği ve döllenmiş embriyolarda saptananlarla benzer şekilde bulunduğu ifade edilmiştir (Huan ve ark 2015).

Epigenetik mekanizmalar, çevre bilgisini kuşaklar boyunca aktarabilir ve gen anlatımını düzenleyebilir. Yabani memelilerde epigenetik çalışmalar nadirdir, ancak doğada ortaya çıkabilecek adaptasyon süreçlerini anlamayı mümkün kılmaktadırlar. Çoğu vahşi memeli türünde erkekler farklı fizyolojik yaş gruplarıyla ve termal değişikliklerle, türün dişilerine göre daha fazla baş etmek zorundadırlar. Sıcaklık önemli bir çevresel seçim faktörü olduğundan, genetik olarak heterojen olan vahşi gine domuzu erkeklerinin sıcaklığın artmasına epigenetik olarak adapte olup olmadığı, bu yanıtı sonraki kuşaklara aktarıp aktaramayacağı araştırılmıştır. Beş (F₀) yetişkin erkek gine domuzu, türlerin spermatogenezis sürelerine karşılık gelen 2 ay boyunca ısı stresine maruz bırakılmıştır. Isının etkisini incelemek için ana termoregülatör organ olan karaciğere odaklanılmıştır. F₀ erkek neslinin ısı muamelesinden önce ve sonra erkek yavruların (F₁) CpG-metilasyon değişiklikleri analiz edilmiştir. Transkripsiyon aktivatör 3 (Stat3) geninin anlatımının azaldığı bulunmuştur. Yapılan çalışmanın sonuçları, babanın kuşaklar arası epigenetik etkisinin varlığına işaret etmektedir (Weyrich ve ark 2016).

3. Koyunlarda Yapılan Epigenetik Çalışmalar

Sığır modeli ve domuz modelinde gösterildiği gibi, maternal beslenme etkisi epigenetik araştırmada ortak bir konudur. Gebeliğin erken ve geç evreleri sırasında, koyunlarda maternal aşırı beslenmenin etkileri araştırılmıştır. Hamileliğin geç evrelerinde aşırı beslenmenin, yavrularda daha fazla visceral yağ ile sonuçlandığı, iştahında değişiklik olduğu ve bu kuzunun yetişkinlikte aşırı beslendiği bulunmuştur. Gebeliğin erken döneminde aşırı beslenmenin yalnızca dişi yavrularda visceral yağ oranlarını arttırdığı ve cinsiyete bağlı DNA metilasyonu ile sonuçlandığı bulunmuştur. Ayrıca diyet, gebelik öncesi kısıtlandığında (maternal yetersiz beslenme), yavruların adrenal bezlerinin ağırlığı artmıştır ve adrenalde IGF2/H19'un metilasyona uğramış bölgelerinde metilasyonda azalma gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda, gebeliğin erken döneminde sınırlı diyetin vücut ağırlığı üzerinde hiçbir maternal epigenetik etkiye yol açmamasına karşın, bu yavrularda stres tepkisini arttırdığı ileri sürülmüştür (Zhang ve ark 2011).

Diğer beslenme çalışmalarında, gebelik sırasında maternal yetersiz beslenmeye yanıt olarak kas gelişimine bakılmıştır ve maternal yetersiz beslenmenin erken dönemdeki kas liflerinin azalmasına neden olduğu bulunmuş, ancak gelişmenin sonraki aşamalarında bunlarda bir artış olduğu gösterilmiştir (Fahey ve ark 2005, Daniel ve ark 2007).

Gebelikte kronik hipoksi nedeni ile uterus arterlerinde yüksek iletkenliğe sahip kalsiyum ile aktive edilmiş potasyum kanal $\beta 1$ altbirimi (BK $\beta 1$) anlatımının arttığı bilinmektedir. BK $\beta 1$ geninin başlangıç bölgesinde epigenetik modifikasyonların genin anlatımını etkileyip etkilemediği araştırılmıştır. Koyun BK $\beta 1$ gen bölgesi klonlanmış ve nükleus membranına bağlandığı dizilerde CpG dinükleotidi içeren bir bölgesi belirlenmiştir. Östrojen reseptörünün bu bölgeye bağlanarak BK $\beta 1$ 'in anlatımını düzenlediği bulunmuştur. BK $\beta 1$ geninin başlangıcındaki bağlanma bölgesinin, gebe olmayan koyunların uterus arterlerinde yüksek dozda metilasyona uğradığı tespit edilmiştir. Gebelik, CpG metilasyonunda belirgin bir azalmaya neden olmuştur. Araştırmanın sonuçları, uterus arterlerinde BK $\beta 1$ anlatımının gebelik sonucu yeniden programlamasında demetilasyon mekanizmasının rolü olduğunu göstermektedir (Chen ve ark 2014).

Çevresel sıcaklıklar belirli bir eşiği aştığında, koyun HSP90AA1 geninin anlatımı ısı stresinin neden olduğu hücresel hasarlarla başa çıkmak için artmaktadır. Yapılan çalışmada bu genin başlangıç bölgesinde bulunan birkaç polimorfizminin ısı stresine verilen tepki farklılıklarının nedeni olduğu düşünülmektedir. HSP90AA1 geninin transkripsiyonel aktivitesinde gözlemlenen farklılıkların, başlangıç bölgesindeki bir sitozin fazlalığından veya sitozin-guanin dönüşümünden kaynaklandığı ortaya çıkmıştır. Bu düzenleyici mekanizma, çevresel koşullara bağlı olarak gen anlatımını

düzenlemek için devreye girmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre koyunlarda HSP90AA1 geninin anlatımının, bağlanma alanlarının polimorfik olması ve epigenetik modifikasyonlar ile düzenlendiği öne sürülmüştür (Salces-Ortiz ve ark 2015).

4. Tavuklarda Yapılan Epigenetik Çalışmalar

Tavuklarda Marek hastalığı, Marek hastalığı virüsünün neden olduğu viral bir hastalık olup, tavukları ve diğer kuşları etkileyen T hücre lenfoması oluşturmaktadır. Geliştirilen aşilar başarılı olmamıştır (Davison ve Nair 2004). Araştırmalar aşılananların bir kısmının virüslere karşı dirençli olduğunu, diğer kısmının ise virüs bulaşmasına daha duyarlı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Virüslere dirençli timus hücrelerindeki DNA metilasyon seviyelerinin virüse maruz kaldıktan sonra azaldığı bulunmuştur. İn vitro DNA metilasyonunun farmakolojik inhibisyonu ile enfeksiyonlu hücrelerdeki yayılım yavaşlatılmıştır. Gözlemler, konakçıda DNA metilasyonunun virüs direnci veya yatkınlık ile ilişkili olabileceğini ileri sürmektedir (Tian ve ark 2013).

Tavuk ırkları arasında farklı gelişimsel epigenetik kalıplar üzerinde yapılan çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada yavaş ve hızlı büyüyen broiler tavukları arasında göğüs kasındaki DNA metilasyonu farklılıklarına bakılmıştır (Hu ve ark 2013). İki tavuk ırkı arasında, fibroblast büyüme faktörü (FGF) ailesine ait çeşitli genler de dahil olmak üzere 75 farklı metillenmiş gen bulunmuştur. FGF ailesi büyüme sürecinde birçok rol oynamaktadır (Itoh 2007). Buna ek olarak, iskelet kası gelişimini etkileyen insülin büyüme faktörü reseptöründe (IGF1R) etkiler gözlemlenmiştir (Huang 2011).

Epigenetik modifikasyon ve miRNA olmak üzere iki farklı gen anlatımı düzenleyicisi çeşitli hastalıklarda önemli rol oynamaktadır. Son zamanlarda, birçok çalışma, epigenetik ve miRNA'nın çeşitli şekillerde birbirlerini etkileyebileceğini göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, yedi ırkta (*Homo sapiens*, *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, *Gallus gallus*, *Epstein-Barr virus*, *Canis familiaris* ve *Arabidopsis thaliana*) 19 çeşit epigenetik modifikasyon (DNA metilasyonu, histone asetilasyonu, vb.) ve 617 miRNA arasındaki etkileşimler bir veritabanında (EpimiR) birleştirilmiştir. Bu veri tabanı gelecekteki biyolojik deneyleri yönlendirmek için miRNA'yla ilişkili olarak tahmin edilen epigenetik modifikasyonları toplamaktadır. Böylece, EpimiR, epigenetik ve miRNA'ların düzenleyici mekanizması üzerine araştırmayı teşvik edecek epigenetik modifikasyonlar ve miRNA'lar arasındaki karşılıklı düzenlemelerle ilgili oldukça kapsamlı bir depo sağlamaktadır (Dai ve ark 2014).

Annede oluşan hiperterminin neden olduğu olumsuz etkilere karşı epigenetik mekanizmalarla embriyoların korunmasında maternal diyetteki

çinkonun rolü kanatlı modeli kullanılarak bir çalışmada incelenmiştir. Broiler damızlık tavuklar, 8 hafta boyunca iki sıcaklığa (21°C ve 32°C) ve üç ana diyet çinko uygulamasına (çinkosuz, 110 mg inorganik çinko ve 110 mg organik çinko) tabi tutulmuştur. Maternal hipertermi embriyonik mortaliteyi arttırmış ve ısı şoku protein genlerinin mRNA ekspresyonlarının artmasıyla oksidatif hasarı indüklemiştir. Anne diyetindeki çinko eksikliği, embriyonik karaciğerde global DNA hipometilasyonu ve histon hiperasetilasyonunu değiştirerek embriyonik gelişime zarar vermiştir. Maternal diyetlere çinko ilavesi, maternal hiperterminin neden olduğu embriyonik mortaliteyi ortadan kaldırmıştır. Yapılan bu çalışmada, epigenetik modifikatör olarak maternal diyete eklenen çinkonun, antioksidan aktivitesini epigenetik olarak arttırdığı ve maternal ısı stresine karşı yavrunun embriyonik gelişimini koruyabildiği gösterilmiştir (Zhu ve ark 2017).

Bu çalışmalarda da belirtildiği gibi, birçok kümes hayvanı çalışması, epigenetik etkilerin ve kuşaklar arası epigenetik kalıtımın olabileceği bildirilmesine rağmen az sayıda araştırmada DNA metilasyonu ve histon modifikasyonu araştırılmıştır (Berghof ve ark 2013).

5. Sonuç

Epigenetik, DNA sekansına bağımlı olmayan ve Mendel kalıtım kuralına uymayan moleküler mekanizmaları açıklamaktadır. Epigenetik değişiklikler, normal gelişimde ve hastalık süreçlerinde rol oynayabilmektedir. İyi tanımlanmış kemirgen hayvan modellerinde epigenetik etkiler incelenirken, tarımsal açıdan önemli evcil hayvan türlerinin kullanıldığı araştırma sayısı daha azdır. Bu bölüm, çiftlik hayvan modellerini (sığır, domuz, koyun ve tavuk) kullanarak yapılmış mevcut epigenetik araştırmaları kapsamaktadır. Çalışmaların çoğu toksik maddelere, besinlere ve enfeksiyöz ajanlara maruz kalmanın, maruz kalmış hayvanlar üzerinde veya doğrudan yavrularında bulunduğu epigenetik etkilere odaklanmıştır.

Bir domuz çalışması kuşaklar arası epigenetik etkileri incelemiştir; erkek domuzlara beslenmenin F₂ neslindeki karaciğer DNA metilasyonu ve kas kütlesi üzerinde etkisi incelenmiştir. Sağlıklı yavrular çiftlik ve hayvancılık endüstrisinde çok önemlidir ve epigenetik farklılıklar üretim özellikleriyle ilişkilendirilebilmektedir. Bu nedenle, evcil hayvan sağlığına etkilerinin araştırılması için daha fazla epigenetik araştırma yapılması ve toksik maddelere maruz kalmanın veya beslenme değişikliklerinin gelecek nesilleri nasıl etkilediğinin tespiti gerekmektedir.

Evcilleştirilmiş çiftlik hayvanları kullanılarak yapılan epigenetik araştırmalar mevcuttur; ancak bu çalışmaların artırılması gerekmektedir. Epigenetik modifikasyonların nesiller arası kalıtımına dair literatürde çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların az olmasının sebebi, çiftlik hay-

vanlarının diğer hayvan modellerine göre bakımı ve beslenmesinin zorluğu ve ekonomik olarak daha pahalı olması olabilir. Ayrıca çiftlik hayvanlarında jenerasyon aralığı uzun olduğu için kalıtım çalışmaları daha fazla zaman ve kaynak gerektirmektedir.

Günümüzde aşılamanın azaltılması için toplumsal baskı artmıştır ve besi hayvanlarında antibiyotik kullanımının ve hastalıkların azaltılması ayrıca bağışıklığın artırılması için epigenetik çalışmalar yardımcı olacaktır. Bu nedenle, evcil hayvan sağlığına yönelik araştırmalar ve böcek ilacı gibi toksik maddelere maruz kalmanın gelecek nesilleri nasıl etkilediği araştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Altmann S, Murani E, Schwerin M, Metges CC, Wimmers K, Ponsuksili S, 2012. Maternal dietary protein restriction and excess affects offspring gene expression and methylation of non-SMC subunits of condensin I in liver and skeletal muscle. *Epigenetics*, 7, 239–252.
- Benny Klimek ME, Aydogdu T, Link MJ, Pons M, Koniaris LG, Zimmers TA, 2010. Acute inhibition of myostatin-family proteins preserves skeletal muscle in mouse models of cancer cachexia. *Biochem Biophys Res Commun*, 391, 1548–1554.
- Berghof TV, Parmentier HK, Lammers A, 2013. Transgenerational epigenetic effects on innate immunity in broilers: an underestimated field to be explored? *Poult Sci*, 92, 2904–2913.
- Braunschweig M, Jagannathan V, Gutzwiller A, Bee G, 2012. Investigations on transgenerational epigenetic response down the male line in F2 pigs. *PLoS One*, 7, e30583.
- Bugaut M, 1987. Occurrence, absorption and metabolism of short chain fatty acids in the digestive tract of mammals. *Comp Biochem Physiol B*, 86, 439–472.
- Chen M, Dasgupta C, Xiong F, Zhang L, 2014. Epigenetic Up-regulation of Large-Conductance Ca²⁺-Activated K⁺ Channel Expression in Uterine Vascular Adaptation to Pregnancy. *Hypertension*, 3, 610-618.
- Choi KH, Park JK, Son D, Hwang JY, Lee DK, Ka H, et al, 2016. Reactivation of Endogenous Genes and Epigenetic Remodeling Are Barriers for Generating Transgene-Free Induced Pluripotent Stem Cells in Pig. *PLoS ONE*, 11(6): e0158046.
- Corominas J, Marchesi JA, Puig-Oliveras A, et al, 2015. Epigenetic regulation of the ELOVL6 gene is associated with a major QTL effect on fatty acid composition in pigs. *Genetics, Selection, Evolution, GSE* 47(1):20.
- Dai E, Yu X, Zhang Y, et al, 2014. EpimiR: a database of curated mutual regulation between miRNAs and epigenetic modifications. *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, bau023.
- Daniel ZC, Brameld JM, Craigon J, Scollan ND, Buttery PJ, 2007. Effect of maternal dietary restriction during pregnancy on lamb carcass characteristics and muscle fiber composition. *J Anim Sci*, 85, 1565–1576.
- Davison F, Nair V, 2004. *Marek's Disease: An Evolving Problem*. London: Elsevier Science Press.
- Dean W, Santos F, Stojkovic M, Zakhartchenko V, Walter J, Wolf E, Reik W, 2001. Conservation of methylation reprogramming in mammalian development: aberrant reprogramming in cloned embryos. *Proc Natl Acad Sci USA*, 98, 13734–13738.
- Desmet KLJ, Van Hoeck V, Gagné D, et al, 2016. Exposure of bovine oocytes and embryos to elevated non-esterified fatty acid concentrations: integration

- of epigenetic and transcriptomic signatures in resultant blastocysts. *BMC Genomics*, 17: 1004.
- Fahey AJ, Brameld JM, Parr T, Buttery PJ, 2005. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb. *J Anim Sci*, 83, 2564–2571.
- Fan H, Zhang R, Tesfaye D, Tholen E, Looft C, Holker M, Schellander K, Cinar MU, 2012. Sulforaphane causes a major epigenetic repression of myostatin in porcine satellite cells. *Epigenetics*, 7, 1379–1390.
- González-Recio O, Ugarte E, Bach A, 2012. Trans-generational effect of maternal lactation during pregnancy: a Holstein cow model. *PLoS One*, 7(12), e51816.
- Green BB, Kerr DE, 2014. Epigenetic contribution to individual variation in response to lipopolysaccharide in bovine dermal fibroblasts. *Vet Immunol Immunopathol*, 157, 49–58.
- Heinzmann J, Hansmann T, Herrmann D, Wrenzycki C, Zechner U, Haaf T, Niemann H, 2011. Epigenetic profile of developmentally important genes in bovine oocytes. *Mol Reprod Dev*, 78, 188–201.
- Ho E, Clarke JD, Dashwood RH, 2009. Dietary sulforaphane, a histone deacetylase inhibitor for cancer prevention. *J Nutr*, 139, 2393–2396.
- Hosseini SM, Dufort I, Nieminen J, et al, 2016. Epigenetic modification with trichostatin A does not correct specific errors of somatic cell nuclear transfer at the transcriptomic level; highlighting the non-random nature of oocyte-mediated reprogramming errors. *BMC Genomics*, 17: 16.
- Hu Y, Xu H, Li Z, Zheng X, Jia X, Nie Q, Zhang X, 2013. Comparison of the genome-wide DNA methylation profiles between fast-growing and slow-growing broilers. *PLoS One*, 8, e56411.
- Huan Y, Wang HM, Wu ZF, Zhang JG, Zhu J, Liu ZH, He HB, 2015. Epigenetic Modification of Cloned Embryos Improves Nanog Reprogramming in Pigs. *Cellular Reprogramming*. June, 17(3): 191-198.
- Huan YJ, Zhu J, Wang HM, Wu ZF, Zhang JG, Xie BT, Li JY, Kong QR, Liu ZH, He HB, 2014. Epigenetic modification agents improve genomic methylation reprogramming in porcine cloned embryos. *J Reprod Dev* 60: 377–382.
- Huang MB, Xu H, Xie SJ, Zhou H, Qu LH, 2011. Insulin-like growth factor-1 receptor is regulated by microRNA-133 during skeletal myogenesis. *PLoS One*, 6, e29173.
- Hyldig SM, Croxall N, Contreras DA, Thomsen PD, Alberio R, 2011. Epigenetic reprogramming in the porcine germ line. *BMC Dev Biol*, 11, 11.
- Itoh N, 2007. The Fgf families in humans, mice, and zebrafish: their evolutionary processes and roles in development, metabolism, and disease. *Biol Pharm Bull*. 30, 1819–1825.
- Kim SY, Kim TS, Park SH, et al, 2014. Siberian Sturgeon Oocyte Extract Induces

- Epigenetic Modifications of Porcine Somatic Cells and Improves Developmental Competence of SCNT Embryos. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(2):266-277.
- Kruij TAM, den Daas JHG, 1997. In vitro produced and cloned embryos: effects on pregnancy, parturition and offspring. *Theriogenology*, 47, 43–52.
- Li RW, Li C, 2006. Butyrate induces profound changes in gene expression related to multiple signal pathways in bovine kidney epithelial cells. *BMC Genomics*, 7, 234.
- Liu X, Wang J, Li R, Yang X, Sun Q, Albrecht E, Zhao R, 2011. Maternal dietary protein affects transcriptional regulation of myostatin gene distinctively at weaning and finishing stages in skeletal muscle of Meishan pigs. *Epigenetics*, 6, 899–907.
- Mao J, Zhang Q, Deng W, et al, 2017. Epigenetic Modifiers Facilitate Induction and Pluripotency of Porcine iPSCs. *Stem Cell Reports*, 8(1):11-20.
- Melnik BC, 2015. Milk: an epigenetic amplifier of FTO-mediated transcription? Implications for Western diseases. *Journal of Translational Medicine*, 13: 385.
- Melnik BC, Schmitz G, 2017. Milk's Role as an Epigenetic Regulator in Health and Disease. *Diseases*, 5, 12.
- Niculescu MD, Zeisel SH, 2002. Diet, methyl donors and DNA methylation: interactions between dietary folate, methionine and choline. *J Nutr*, 132, 2333–2335.
- Niemann H, Carnwath JW, Herrmann D, Wieczorek G, Lemme E, Lucas-Hahn A, Olek S, 2010. DNA methylation patterns reflect epigenetic reprogramming in bovine embryos. *Cell Reprogram*, 12, 33–42.
- Pistek VL, Furst RW, Kliem H, Bauersachs S, Meyer HH, Ulbrich SE, 2013. HOXA10 mRNA expression and promoter DNA methylation in female pig offspring after in utero estradiol-17beta exposure. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 138, 435–444.
- Platenburg GJ, Vollebregt EJ, Karatzas CN, Kootwijk EP, De Boer HA, Strijker R, 1996. Mammary gland-specific hypomethylation of Hpa II sites flanking the bovine alpha S1-casein gene. *Transgenic Res*, 5, 421–431.
- Porto-Neto LR, Fortes MRS, McWilliam SM, Lehnert SA, Reverter A, 2014. Variation in genes involved in epigenetic processes offers insights into tropically adapted cattle diversity. *Frontiers in Genetics*, 5, 89.
- Salces-Ortiz J, González C, Bolado-Carrancio A, et al, 2015. Ovine HS-P90AA1 gene promoter: functional study and epigenetic modifications. *Cell Stress & Chaperones*, 20(6):1001-1012.
- Samiec M, Opiela J, Lipiński D, Romanek J, 2015. Trichostatin A-Mediated Epigenetic Transformation of Adult Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells Biases the In Vitro Developmental Capability, Quality, and Plu-

- ripotency Extent of Porcine Cloned Embryos. *BioMed Research International*, 2015:814686.
- Singh K, Jaiswal D, 2012. One-Carbon Metabolism, Spermatogenesis, and Male Infertility. *Reproductive Sciences*, 20(6) 622-630.
- Smith LC, Therrien J, Filion F, Bressan F, Meirelles FV, 2015. Epigenetic consequences of artificial reproductive technologies to the bovine imprinted genes SNRPN, H19/IGF2, and IGF2R. *Frontiers in Genetics*, 6, 58.
- Song Y, Hai T, Wang Y, et al, 2014. Epigenetic reprogramming, gene expression and in vitro development of porcine SCNT embryos are significantly improved by a histone deacetylase inhibitor—m-carboxycinnamic acid bis-hydroxamide (CBHA). *Protein & Cell*, 5(5):382-393.
- Swanson KM, Stelwagen K, Dobson J, Henderson HV, Davis SR, Farr VC, Singh K, 2009. Transcriptome profiling of *Streptococcus uberis*-induced mastitis reveals fundamental differences between immune gene expression in the mammary gland and in a primary cell culture model. *J Dairy Sci*, 92, 117–129.
- Tarleton BJ, Wiley AA, Bartol FF, 2001. Neonatal estradiol exposure alters uterine morphology and endometrial transcriptional activity in prepubertal gilts. *Domest Anim Endocrinol*, 21, 111–125.
- Tian F, Zhan F, Vanderkraats ND, Hiken JF, Edwards JR, Zhang H, Zhao K, Song J, 2013. DNMT gene expression and methylome in Marek's disease resistant and susceptible chickens prior to and following infection by MDV. *Epigenetics*, 8(4), 431–444.
- Trivedi MS, Hodgson NW, Walker SJ, Trooskens G, Nair V, Deth RC, 2015. Epigenetic effects of casein-derived opioid peptides in SH-SY5Y human neuroblastoma cells. *Nutrition & Metabolism*, 12, 54.
- Trivedi MS, Shah JS, Al-Mughairy S, et al, 2014. Food-derived opioid peptides inhibit cysteine uptake with redox and epigenetic consequences. *The Journal of nutritional biochemistry*, 25(10):1011-1018.
- Urrego R, Rodriguez-Osorio N, Niemann H, 2014. Epigenetic disorders and altered gene expression after use of Assisted Reproductive Technologies in domestic cattle. *Epigenetics*, 9(6):803-815.
- Vanselow J, Yang W, Herrmann J, Zerbe H, Schubert HJ, Petzl W, Tomek W, Seyfert HM, 2006. DNA-remethylation around a STAT5-binding enhancer in the alphaS1-casein promoter is associated with abrupt shutdown of alphaS1-casein synthesis during acute mastitis. *J Mol Endocrinol*, 37,463–477.
- Wang Z, Dao R, Bao L, et al, 2014. Epigenetic reprogramming of human lung cancer cells with the extract of bovine parthenogenetic oocytes. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 18(9):1807-1815.
- Weyrich A, Benz S, Karl S, Jeschek M, Jewgenow K, Fickel J, 2016. Paternal heat

- exposure causes DNA methylation and gene expression changes of Stat3 in Wild guinea pig sons. *Ecology and Evolution*, 6(9):2657-2666.
- Wu S, Li RW, Li W, Li CJ, 2012. Transcriptome characterization by RNA-seq unravels the mechanisms of butyrate-induced epigenomic regulation in bovine cells. *PLoS One*, 7, e36940.
- Yao W, Li Y, Li B, et al, 2015. Epigenetic Regulation of Bovine Spermatogenic Cell-Specific Gene Boule. Schlatt S, ed. *PLoS ONE*, 10(6):e0128250.
- Young LE, Sinclair KD, Wilmut I, 1998. Large offspring syndrome in cattle and sheep. *Rev Reprod*, 3, 155–163.
- Zhang S, Rattanatray L, McMillen IC, Suter CM, Morrison JL, 2011. Periconceptional nutrition and the early programming of a life of obesity or adversity. *Prog Biophys Mol Biol*, 106, 307–314.
- Zhu Y, Liao X, Lu L, et al, 2017. Maternal dietary zinc supplementation enhances the epigenetic-activated antioxidant ability of chick embryos from maternal normal and high temperatures. *Oncotarget*, 12, 19814-19824.

Bölüm 7

DİKKAT EKSİKLİĞİ/ HİPERAKTİVİTE BOZUKLUĞU (DEHB) VE BESLENME

İbrahim Hakkı ÇAĞIRAN¹

¹ Öğr. Gör., Ağrı İbrahim Çeçen, Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-3125-1198, dyt.ihcagiran@gmail.com

Giriş

Dikkat Eksikliği/ Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB), çocukluk gelişimi sırasında ortaya çıkan ve yetişkinliğe kadar devam eden yaygın bir nörogelişimsel bozukluktur (American Psychiatric Association, 2013; Anheyer, Lauche, Schumann, Dobos ve Cramer, 2017). DEHB, davranışsal anormalliklerin heterojenliğini kapsayan şemsiye terimlerdir. DEHB, dikkatsiz, hiperaktif ve dürtüsel davranışlarla karakterize davranışlar yer alır (American Psychiatric Association, 2013). DEHB dünya çapında 18 yaş altı çocukların yaklaşık %5'ini ve yetişkinlerin %2,5'ini etkilemektedir. Ek olarak DEHB, kişilik bozuklukları ve madde kötüye kullanımı gibi diğer akıl sağlığı sorunlarıyla da ilişkilidir. DEHB kişinin sosyal ve kişisel yaşamı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir ve eğitimde yetersiz performans, işsizlik ve suç faaliyetlerine karışma gibi pek çok istenmeyen sonuca yol açabilmektedir. DEHB artık çocuklarda en sık teşhis edilen kronik psikolojik bozukluklar arasında kabul edilmektedir (Zhu ve diğerleri, 2021).

Yapılan birçok çalışmada DEHB'nin çeşitli çevresel faktörlerle ilişkili olduğunu gösterilmiştir. Annenin strese maruz kalması, maternal dönem alkol kullanımı gibi doğum öncesi risk faktörleri ve düşük doğum ağırlığı, prematürite gibi perinatal faktörler, çevresel toksinler (bifeniller, kurşun), psikososyal durumlar ve beslenme eksiklikleri en temel nedenler arasında yer almaktadır (Banaschewski ve diğerleri, 2017). Görsel-işitsel medyaya ve hızlı tempolu televizyona maruz kalma gibi ek çevresel faktörler, daha sonraki çocukluk dönemindeki dikkat sorunlarına neden olabilir (DiGirolamo ve Ramirez-Zea, 2009). DEHB, besin eksiklikleri ve "sağlıksız" yeme alışkanlıkları ile ilişkilendirilmiştir. DEHB'de sadece belirli besinler değil, aynı zamanda eksiksiz bir diyet uygulaması yapılması gerekmektedir (Wiegersma, Dalman, Lee, Karlsson ve Gardner, 2019). Demir, çinko, D vitamini ve omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin (omega-3) anne eksikliklerinin fetüsün gelişmekte olan beynini etkilediği bulunmuştur (Banaschewski ve diğerleri, 2017; J. P.-C. Chang, Su, Mondelli ve Pariante, 2018; Ma ve diğerleri, 2021; H. Wang ve diğerleri, 2021). Hamilelik dönemi hiper tansiyon öyküsü, özellikle erken başlangıçlı preeklampsinin, nörogelişimsel bozukluklar geliştirme riskinin artmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, geliştirilmiş annenin hipertansiyon bakımına ve çocukların nörogelişimsel sorunlarının erken saptanması ve taranmasına yönelik kritik ihtiyacı vurgulamaktadır (H. Wang ve diğerleri, 2021).

Bu derleme çocuklarda dikkat eksikliği/ hiperaktivite bozukluğu gelişimine yol açabilecek beslenme yetersizliklerini incelemek amacıyla yazılmıştır. Bu faktörlerin belirlenmesi, çocukların ve ailelerin yaşamlarının birçok yönünü etkilediği ve genellikle diğer psikiyatrik ve zihinsel komorbiditelerle ilişkili olduğu için, DEHB'nin önlenmesine odaklanmaya ve insidansını azaltmaya da yardımcı olacaktır.

D vitamini

Yetişkinlerde, temel D vitamini düzeyi, kalsiyum homeostazı, kemik mineralizasyonu ve paratiroid hormone seviyeleri çalışmaları ile belirlenmektedir. Yetişkinlerde paratiroid hormonunun serum 25(OH)D düzeyi ile negatif korelasyonu vardır, ancak bu ilişki çocuklarda zayıftır. Tıp Enstitüsü, iskelet sağlığı için 20 ng/mL’lik bir serum seviyesinin optimal olduğu sonucuna varırken, Endokrin Derneği, Uluslararası Osteoporoz Vakfı, Ulusal Osteoporoz Vakfı ve Amerikan Geriatri Derneği (AGS) dahil olmak üzere diğer kuruluşlar hastalıkların önlenmesi için minimum 30 ng/mL serum seviyesine gerekli olduğunu bildirmişlerdir (Cosman ve diğerleri, 2014; Dawson-Hughes ve diğerleri, 2010; Holick ve diğerleri, 2011; “Recommendations Abstracted from the American Geriatrics Society Consensus Statement on Vitamin D for Prevention of Falls and Their Consequences”, 2014; Weydert, 2014).

Çocuklarda optimal D vitamini durumu, serum alkalın fosfataz yükselmesi gibi raşitizm veya kemik döngüsü için klinik kanıtlara dayanır. Tutarlı kanıtlar nedeniyle çocuklarda yeterli 25(OH)D konsantrasyonu için fikir birliği henüz oluşturulmamıştır (S.-W. Chang ve Lee, 2019). 2008’de Amerikan Pediatri Akademisi 25(OH)D seviyesinin 20 ng/mL’den fazla olmasını yeterli olarak tanımlarken, Pediatric Endocrine Society 2011’de 30 ng/mL’den az olmasını yetersizlik olarak tanımlamıştır. Daha yakın bir zamanda Küresel Mutabakat, 25(OH)D’nin >20 ng/mL’yi olması yeterli olarak tanımladı (Munns ve diğerleri, 2016).

Serotonin geni polimorfizmi bu hormonun sentez veya metabolizma düzensizline neden olmaktadır; yetersiz D vitamini düzeylerinin bir sonucu olarak serotonin sentezindeki düşüşü artırması neeniyle, yürütme işlevi, duyuşsal kapılama ve dürtüsel davranıştaki kusurları şiddetlendirebilir (Parletta, Milte ve Meyer, 2013). Düşük 25(OH)D₃ serum konsantrasyonlarının otizm, DEHB, bipolar bozukluk, şizofreni, antisosyal davranış ve dürtüsel davranış için yüksek bir risk ile ilişkili olduğu gösterilmektedir (Goksugur ve diğerleri, 2014; Tolppanen ve diğerleri, 2012; Ubbenhorst, Striebich, Lang ve Lang, 2011). TPH geninde veya serotonin taşıyıcısını kodlayan gende polimorfizm bulunan bipolar bozukluk veya şizofreni hastalarının, kış/bahar aylarında doğmuş olmaları halinde akıl hastalığı riskleri artmaktadır (Chotai, Serretti, Lattuada, Lorenzi ve Lilli, 2003). D vitamini eksikliği ile serotonin ile ilişkili genlerdeki kusurlar arasındaki etkileşim üzerine yapılan hayvan çalışmasında farelerde TPH2 genlerindeki bir polimorfizmin neden olduğu azalmış serotonin sentezine zaten sahip olan fareler, yetişkinlikte D vitamini eksikliğine karşı çok hassastır ve sonuç olarak, D vitamini kısıtlandığında bilişsel işlev ve davranış değişikliği olduğu belirtilmiştir (Chotai ve diğerleri, 2003; Zhang, Beaulieu, Sotnikova, Gainetdinov ve Caron, 2004). Bu çalışmalar, beyin serotonin

seviyelerini etkileyen genetik faktörlerle kombinasyon halinde, D vitamini hormonunun beyin işlev bozukluğunun ciddiyetini modüle etmede oynadığı rolü vurgulamaktadır (Patrick ve Ames, 2015).

Antioksidan & Oksidan

Oksidatif stresin beyin üzerindeki çoklu etkileri DEHB etiyojisi ile ilişkilendirilebilir. Beyin, kısmen yüksek metabolik hızından dolayı oksidatif strese özellikle duyarlıdır, oksidatif stres ise nöronal proliferasyonu bozabilir ve apoptoza aracılık edebilir (M. Ceylan, Sener, Bayraktar ve Kavutcu, 2010). Yüksek oksidatif stres bu nedenle ilerleyici nöronal hasara ve normal serebral fonksiyonların bozulmasına yol açabilir. Örneğin, artan oksidatif stres, zar lipitlerinin ve zarla ilişkili proteinlerin (örn, nörotransmitter reseptörleri) peroksidasyonu yoluyla, azalan zar akışkanlığı ve değişen nörotransmitter reseptörü ve taşıyıcı işleyişi ile yapısal nöronal hasara ve dolayısıyla anormal nörotransmitter regülasyonuna yol açabilir. Ayrıca oksidatif stres, örneğin uygun beyin gelişimi için gerekli genlerdeki mutasyonlar yoluyla veya nörojenez ve nöronal plastisite için gerekli beyin kaynaklı nörotrofik faktörleri sınırlayarak dopamin sentezine, nöronal hücre göçüne ve nöronal plastisiteye müdahale edebilir (M. Ceylan ve diğerleri, 2010; Dufault ve diğerleri, 2009; Kawatani, Tsukahara ve Mayumi, 2011). Ek olarak, antioksidan savunma zayıf olduğunda dopamin oto-oksidasyonuna karşı oldukça hassastır. Ortaya çıkan dopamin sitotoksitesisi, örneğin dikkat ve aktivite ile ilgili prefrontal korteks ve bazal ganglionlarda beyin hasarına neden olabilir (M. Ceylan ve diğerleri, 2010; Iuga, Alvarez-Ida-boy ve Vivier-Bunge, 2011; Lopresti, 2015; Wu, Ying ve Gomez-Pinilla, 2006). Oksidatif stres ve dopamin disfonksiyonu bu nedenle DEHB’de birbiriyle ilişkili görünmektedir ve muhtemelen bir kısır döngüye yol açmaktadır (M. Ceylan ve diğerleri, 2010; Kul ve diğerleri, 2015). Çeşitli araştırmalar, örneğin DEHB’de CAT gibi antioksidan enzimlerin aktivitesinin azaldığını ve ayrıca plazma MDA gibi oksidatif stres belirteçlerinin arttığını göstermiştir. Ek olarak, oksidatif enzimler ksantin oksidaz (XO) ve nitrik oksit sentaz (NOS) düzeylerinde artış gözlenirken, antioksidan enzimler glutatyon-S-transferaz (GST) ve paraoksonaz-1 (PON-1) düzeylerinde azalma gözlemlendi (M. F. Ceylan, Sener, Bayraktar ve Kavutcu, 2012; Iuga ve diğerleri, 2011; Kul ve diğerleri, 2015).

Demir

Demir, monoamin sentezinin hız sınırlayıcı enzimi olan tirozin hidroksilaz için bir kofaktördür ve bu nedenle dopamin ve norepinefrin üretimi için kritiktir. Vaka kontrol çalışmalarında, DEHB’li hastaların sağlıklı kontrollere kıyasla daha düşük serum ferritin seviyelerine sahip olduğu gösterilmiştir (Konofal ve diğerleri, 2008). DEHB ve anormal derecede düşük serum ferritin düzeyleri olan 23 çocukta yapılan küçük, pilot, ran-

domize, plasebo kontrollü bir çalışma, plaseboya kıyasla ferröz sülfata (80 mg/gün) randomize edilen çocuklarda DEHB semptomlarında anlamlı bir iyileşme olduğu belirtilmiştir. Demir takviyesinin, demir eksikliği kanıtı olan DEHB hastalarının ötesinde herhangi bir klinik faydası olup olmadığını belirlemek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (Scassellati, Bonvicini, Faraone ve Gennarelli, 2012a).

Karnitin

Karnitin, özellikle yağ asitlerinin oksidasyonu ve taşınmasında yer alan, enerji üretimi için gerekli olan küçük bir moleküldür. DEHB'si olan 24 çocukta L-karnitin ile yapılan ilk randomize, çift kör, plasebo kontrollü çapraz geçiş denemesi, plaseboya kıyasla anlamlı bir fark göstermediği bildirilmiştir (Arnold ve diğerleri, 2007). Benzer şekilde, DEHB'si olan çocuklarda asetil-L-karnitin ile yapılan diğer iki randomize, plasebo kontrollü çalışma da, DEHB'si olan çocukların tedavisinde etkili olduğuna dair herhangi bir kanıt gösterememiştir (Abbasi ve diğerleri, 2011; Van Oudheusden ve Scholte, 2002). DEHB olan çocuklarda şu anda mevcut olan araştırma verilerine dayanarak, karnitinin DEHB için plasebodan daha etkili bir tedavi olduğunu gösteren yeterli kanıt bulunmamaktadır (Bloch ve Mulqueen, 2014).

Çoklu doymamış yağ asitleri

Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar), DEHB için iyi çalışılmış bir tamamlayıcı tedavidir. Omega-3 yağ asitleri insanlar tarafından sentezlenemez ve beslenmemizde gereklidir. Batı tarzı beslenmede, omega-6 yağ asitleri veya öncülleri (örn. linoleik asit), omega-3 yağ asitleri veya öncüllerinden (örn. alfa-linolenik asit) çok daha fazladır. Yüksek w-6/w-3 oranı, hücre zarı özelliklerini değiştirebilir ve enflamatuar mediatörlerin üretimini artırabilir. Hücre zarlarında bulunan bir omega 6 yağ asidi olan araşidonik asit, prostaglandinler ve tromboksanlar gibi enflamatuar ikosanoidlerin öncüsüdür. Omega-3 yağ asitleri antiinflamatuardır. Bu nedenle, yüksek bir diyet omega-6 ile omega-3 yağ oranı, nöroinflamasyonu destekleyebilir. Diyetteki artan omega-3 yağ asidi konsantrasyonu, merkezi sinir sistemi hücre zarı akışkanlığını ve fosfolipid bileşimini değiştirerek etki edebilir ve bu da içine gömülü proteinlerin yapısını ve işlevini değiştirebilir. Bu mekanizma ile hücre zarlarında artan omega-3 yağ asidi konsantrasyonlarının özellikle frontal kortekste serotonin ve dopamin nörotransmisyonunu etkilediği ve DEHB patogeneğinde önemli olabileceği gösterilmiştir. Omega-3 yağ asitleri, DEHB'de yükseldiği gösterilen oksidatif stresi azaltma potansiyeline de sahip olabilir.

DEHB'si olan 699 çocuk üzerinde yapılan bir meta-analiz, plaseboya kıyasla PUFA takviyesinin önemli bir faydasını göstermiştir. PUFA takviyesinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir. Ek olarak, me-

ta-regresyon, takviyelerdeki eikosapentaenoik asit (EPA) dozu ile ölçülen etkinlik arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir (Sonuga-Barke ve diğerleri, 2013). Benzer metodolojiyi kullanan iki güncelleme sistematik incelemesi, o zamandan beri PUFA desteğinin DEHB semptomları için etkinliğini doğrulamıştır. Bu meta analizlerden biri, DEHB tedavisinde EPA dozu ile ölçülen fayda arasındaki anlamlı ilişkiyi desteklemiştir (Bloch ve Qawasmi, 2011; Hawkey ve Nigg, 2014).

Kümülatif kanıtlar, şu anda omega-3 yağ asitlerinin DEHB tedavisi için etkinliğini gösteren CEBM seviye-1 kanıt olduğunu göstermektedir. Mevcut kanıtlar, omega-3 formülasyonu içinde önemli bir EPA içeriği ile günde 1-2 g'lık bir dozla takviye yapılmasını önermektedir (Bloch ve Mulqueen, 2014).

Çinko

Çinko, hücre zarı stabilizasyonu ve nörotransmitterlerin, melatonin ve prostaglandinlerin metabolizmasında önemli olan enzimler için bir kofaktördür (Toren ve diğerleri, 1996). Çinkonun dopamin metabolizması ve antioksidan fonksiyonlar üzerinde dolaylı etkileri vardır. Çinko eksikliği olan Çinli çocuklar, çinko takviyesi ile düzelen bozulmuş nöropsikolojik işlev ve büyüme göstermiştir. Çinko eksikliğinin semptomları, DEHB semptomlarını taklit eden dikkatsizlik, gerginlik ve gecikmiş bilişsel gelişimi içerebilir (Bekaroğlu ve diğerleri, 1996). Çinko alımı öncelikle diyetle sağlanır ve ana kaynakları arasında kırmızı et, kümes hayvanları, fasulye, güçlendirilmiş kahvaltılık tahıllar ve süt ürünleri bulunur. Çinko eksiklikleri, yetersiz diyet alımına veya malabsorpsiyona (ishal, bağırsak emiliminin olmaması, karaciğer veya böbrek hastalığı, orak hücreli anemi veya diğer kronik hastalıklar) bağlı olabilir. Çinko eksikliği, gelişmekte olan dünyanın bazı bölgelerinde oldukça yaygındır, ancak Amerika Birleşik Devletleri'nde nadirdir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde (İsrail, Türkiye ve Polonya) yapılan vaka kontrol çalışmaları, sağlıklı kontrollere kıyasla DEHB teşhisi konan çocuklarda daha düşük çinko seviyeleri olduğu belirtilmiştir (Arnold ve diğerleri, 2011; Bekaroğlu ve diğerleri, 1996; Scassellati, Bonvicini, Faraone ve Gennarelli, 2012b). Genel meta-analiz düşük çinko seviyeleri ile DEHB teşhisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu öne sürmektedir.

Fakat yapılan farklı çalışmalarda DEHB'li 193 (rastgele seçilmiş 400 Türk çocuktan) üzerinde yapılan tamamlayıcı bir analiz, 12 haftalık tedaviden sonra günde 150 mg çinko sülfatın plaseboya kıyasla önemli bir fayda sağladığını gösterilmiştir (Bilici ve diğerleri, 2004).

Magnezyum

Hiçbir randomize, plasebo kontrollü çalışma, plaseboya kıyasla magnezyum takviyesinin etkinliği tam olarak gösterilmemiştir. Şu anda, mag-

nezyum takviyesinin DEHB tedavisinde faydalı olabileceğini düşündüren kontrollü kohort çalışmalarına dayanan yalnızca CEBM Düzey IV kanıt bulunmaktadır. Ayrıca, yüksek dozlarda (>10 mg/kg/gün) magnezyumun toksik olabileceğine dair önemli kanıtlar vardır, bu nedenle eğer kullanılıyorsa magnezyum takviyesi sadece orta dozlarda (<200 mg/gün) verilmesi gerekmektedir. Uygun dozlarda magnezyum takviyesinin yan etkileri mide bulantısı, ishal ve krampları içerebilir. Magnezyum aşırı dozları potansiyel olarak ölümcüldür (Schmidt ve diğerleri, 1994).

Magnezyum, birçok enzim için bir kofaktördür ve fare modellerinde DEHB patofizyolojisi ile ilgili birçok monoamin reseptörü serotonin, noradrenerjik ve dopamin reseptörleri ile etkileşime girdiği gösterilmiştir. Fare modellerinde reseptörler Tek, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışma, psikostimulanların 3 haftalık tedaviden sonra DEHB’de serum magnezyum düzeylerini artırdığını göstermiştir (Cardoso ve diğerleri, 2009). Yapılan farklı çalışmalarda, kontrollere kıyasla DEHB’li çocuklarda magnezyum düzeylerinde bir azalma olduğunu göstermiştir. Ek olarak birkaç aylık düzenli magnezyum takviyesinden (6 mg/kg/gün Mg & 0.6 mg/kg/gün B6 vitamini) sonra DEHB semptomları düzeldi bildirilmiştir (Schmidt ve diğerleri, 1994).

Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotik

Uygun beyin fonksiyonunun geliştirilmesi ve sürdürülmesinin şu anda büyük ölçüde bağırsak mikrobiyotası ile ilişkilendirilmektedir. Mikrobiyota ve beyin iletişim şeklini gösteren Mikrobiyota-Bağırsak-Beyin Ekseni kavramının ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Cryan ve diğerleri, 2019). Bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler psikiyatrik, nörolojik ve nörodejeneratif bozukluklarla ilişkilendirilmektedir (Checa-Ros, Jeréz-Calero, Molina-Carballo, Campoy ve Muñoz-Hoyos, 2021; Cryan ve diğerleri, 2019). DEHB durumunda, bulgular tutarsız olsa da, bağırsak mikrobiyom özellikleri ile DEHB semptomları arasındaki ilişkiler bildirilmiştir (Gkougka ve diğerleri, 2022). DEHB’li hastalar ile sağlıklı kontroller arasında farklı bağırsak mikrobiyota profilleri bulunmuştur (Gkougka ve diğerleri, 2022; Kalenik, Kardaś, Rahnama, Sirojć ve Wolańczyk, 2021; Sukmajaya, Lusida, Soetjpto ve Setiawati, 2021). Prebiyotikler ve probiyotikler, DEHB de dahil olmak üzere psikiyatrik bozukluklarda terapötik faydası olabilmektedir (Barbosa ve Vieira-Coelho, 2020). Probiyotikler, konağa sağlık yararları sağlayan canlı bakteri suşları iken, prebiyotikler, konağın mikrobiyotası tarafından spesifik olarak metabolize edilen ve sağlık yararları sağlayan diyet tarafından sağlanan substratlardır (Gibson ve diğerleri, 2017). Bir sinbiyotik, “mikrobiyal besin takviyelerinin gastrointestinal sistemdeki canlı mikrobiyal besin takviyelerinin hayatta kalmasını ve implantasyonunu iyileştirerek, büyümeyi seçici olarak uyararak ve/veya bir veya sınırlı sayıda metabolizmayı aktive ederek konakçıyı faydalı bir

şekilde etkileyen probiyotikler ve prebiyotiklerin bir karışımıdır (Gibson ve Roberfroid, 1995).

Pärty ve ark.'ın yapmış olduğu çalışmada, yaşamın erken dönemlerinde probiyotik takviyesinin, daha sonra çocuklukta gelişen DEHB ve Asperger sendromu riskini azalttığını bulmuşlardır (Pärty, Kalliomäki, Wacklin, Salminen ve Isolauri, 2015). Doğum öncesi 4 hafta ve doğum sonrası 6 ay anneye günlük *Lactobacillus rhamnosus* uygulaması sonucunda anlamlı fark olmadığını belirtmiştir. Ek olarak, Kumperscak ve ark.'ın [88] yapmış olduğu randomize, çift kör, plasebo kontrollü prospektif bir çalışmada, 12 hafta boyunca günlük *Lactobacillus rhamnosus* GG/plasebo uygulamasıyla probiyotik takviyesinin, çocuklarda fiziksel, duygusal, sosyal ve okul işleyişini iyileştirdiğini bulmuşlardır. Sepehrmanesh ve ark. ve Ghanaatgar ve ark.'ın çok-türlü probiyotik (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus* ve *Streptococcus*) takviyesinin, DEHB ve anksiyete semptomlarını ve DEHB semptomlarını üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmişlerdir (Ghanaatgar ve diğerleri, 2023; Sepehrmanesh, Shahzeidi, Mansournia, Ghaderi ve Ahmadvand, 2021). Wang ve ark.'ın yapmış olduğu farklı bir çalışmada *Bifidobacterium bifidum* (Bf-688) ile probiyotik desteğinin DEHB'si olan çocuklarda dikkat dağınıklığını ve hiperaktiviteyi önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmiştir (L.-J. Wang ve diğerleri, 2022).

DASH diyeti

Hipertansiyonu durdurmak için diyet yaklaşımı (DASH), yüksek miktarda meyve, sebze, az yağlı süt ürünleri, C vitamini ve düşük miktarda basit şeker ile karakterize edilen iyi bilinen bir sağlıklı beslenme modelidir. İran'da 12 haftalık randomize kontrollü bir klinik çalışmada diyet modelinin Kısaltılmış Connors Ölçeği (ACS), 18 maddelik Swanson, Nolan ve Pelham ölçeği (SNAP-IV) ve Güçlü Yönler ve Güçlükler Anketi (SDQ) ile ölçülen DEHB semptomlarını iyileştirdiği bildirilmiştir (Khoshbakht, Moghtaderi, Bidaki, Hosseinzadeh ve Salehi-Abargouei, 2021).

Eliminasyon diyeti

Gıda eliminasyon diyetleri, DEHB'de en çok çalışılan diyetetik müdahalelerden biri olmuştur (Pinto ve diğerleri, 2022). Eliminasyon diyeti, bilinen tüm gıda alerjenlerinin (süt, yumurta, buğday, balık, soya, yer fıstığı ve fındıktan elde edilen proteinler) ve potansiyel gıda tetikleyicilerinin (gluten ve histamin salan veya histamin içeren ürünler) ortadan kaldırıldığı 5 haftalık bir eliminasyon döneminden oluşur. Ayrıca bu dönemde şeker alımı kısıtlanır. Bu aşamadan sonra, DEHB semptomlarını tetikleyebilmek için yeterli miktarda standart bir şemaya göre yeni bir gıdanın verilmesi hedefiyle 12 aya kadar sürebilen bir yeniden başlama dönemi vardır. Bu dört aşamadan oluşur. Aşama 1'de, gıda alerjenleri birer birer yeniden verilir. Ebeveynlerin günlük değerlendirmelerine göre, bir gıda alerjeninin ye-

niden verilmesi herhangi bir semptomun tekrarını tetiklemiyorsa, bu gıda alerjisi diyetle eklenir ve tekrar yenebilir. Bir gıda alerjisi, DEHB semptomlarının tekrarını tetikliyor gibi görünüyorsa, gıda alerjisi “kaçınılması gerekenler” kategorisinde listelenir. Sonraki hafta, DEHB semptomlarının yeniden verilmeden önceki seviyeye düşmesine izin verecek yeni bir gıda alerjisi girişi yapılmaz. DEHB semptomları stabilize olduğunda, sonraki hafta başka bir yeni gıda alerjisi verilir. Sonraki aşamalarda şeker (2. aşama), histamin salan veya histamin içeren ürünler (3. aşama) ve katkı maddeleri (4. aşama) yeniden devreye girer. Yeniden giriş aşamalarındaki prosedürlerin tümü, aşama 1'e benzerdir (Bosch ve diğerleri, 2020).

Sonuç

DEHB'de, diyet kalıplarının hastalık semptomları geliştirme veya ağırlaştırma riskinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir; sağlıklı kalıplar bu patolojiyle en pozitif şekilde ilişkilidir ve sağlıklı beslenme kalıpları DEHB ile ters ilişkilidir. D vitamini, demir, çinko mineraller, PUFA ve diyet ögeleri DEHB'nin şiddetlenmesi ve ilerlemesi ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle beslenme ve diyet uygulamaları DEHB için bir tedavi seçeneği olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abbasi, S.-H., Heidari, S., Mohammadi, M.-R., Tabrizi, M., Ghaleiha, A. ve Akhondzadeh, S. (2011). Acetyl-L-Carnitine as an Adjunctive Therapy in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents: A Placebo-Controlled Trial. *Child Psychiatry & Human Development*, 42(3), 367-375. doi:10.1007/s10578-011-0220-y
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. American Psychiatric Association. doi:10.1176/appi.books.9780890425596
- Anheyer, D., Lauche, R., Schumann, D., Dobos, G. ve Cramer, H. (2017). Herbal medicines in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 30, 14-23. doi:10.1016/j.ctim.2016.11.004
- Arnold, L. E., Amato, A., Bozzolo, H., Hollway, J., Cook, A., Ramadan, Y., ... Manos, M. (2007). Acetyl-L-Carnitine (ALC) in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Multi-Site, Placebo-Controlled Pilot Trial. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 17(6), 791-802. doi:10.1089/cap.2007.018
- Arnold, L. E., DiSilvestro, R. A., Bozzolo, D., Bozzolo, H., Crowl, L., Fernandez, S., ... Joseph, E. (2011). Zinc for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Placebo-Controlled Double-Blind Pilot Trial Alone and Combined with Amphetamine. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 21(1), 1-19. doi:10.1089/cap.2010.0073
- Banaschewski, T., Becker, K., Döpfner, M., Holtmann, M., Rösler, M. ve Romanos, M. (2017). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Deutsches Ärzteblatt international*. doi:10.3238/arztebl.2017.0149
- Barbosa, R. S. D. ve Vieira-Coelho, M. A. (2020). Probiotics and prebiotics: focus on psychiatric disorders – a systematic review. *Nutrition Reviews*, 78(6), 437-450. doi:10.1093/nutrit/nuz080
- Bekaroğlu, M., Asian, Y., Gedik, Y., Değer, O., Mocan, H., Erduran, E. ve Karahan, C. (1996). Relationships Between Serum Free Fatty Acids and Zinc, and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Research Note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(2), 225-227. doi:10.1111/j.1469-7610.1996.tb01395.x
- Bilici, M., Yıldırım, F., Kandil, S., Bekaroğlu, M., Yıldırım, S., Değer, O., ... Aksu, H. (2004). Double-blind, placebo-controlled study of zinc sulfate in the treatment of attention deficit hyperactivity disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 28(1), 181-190. doi:10.1016/j.pnpbp.2003.09.034
- Bloch, M. H. ve Mulqueen, J. (2014). Nutritional Supplements for the Treatment of ADHD. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(4), 883-897. doi:10.1016/j.chc.2014.05.002

- Bloch, M. H. ve Qawasmi, A. (2011). Omega-3 Fatty Acid Supplementation for the Treatment of Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptomatology: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 50(10), 991-1000. doi:10.1016/j.jaac.2011.06.008
- Bosch, A., Bierens, M., de Wit, A. G., Ly, V., van der Velde, J., de Boer, H., ... Rommelse, N. N. (2020). A two arm randomized controlled trial comparing the short and long term effects of an elimination diet and a healthy diet in children with ADHD (TRACE study). Rationale, study design and methods. *BMC Psychiatry*, 20(1), 262. doi:10.1186/s12888-020-02576-2
- Cardoso, C. C., Lobato, K. R., Binfaré, R. W., Ferreira, P. K., Rosa, A. O., Santos, A. R. S. ve Rodrigues, A. L. S. (2009). Evidence for the involvement of the monoaminergic system in the antidepressant-like effect of magnesium. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 33(2), 235-242. doi:10.1016/j.pnpbp.2008.11.007
- Ceylan, M. F., Sener, S., Bayraktar, A. C. ve Kavutcu, M. (2012). Changes in oxidative stress and cellular immunity serum markers in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 66(3), 220-226. doi:10.1111/j.1440-1819.2012.02330.x
- Ceylan, M., Sener, S., Bayraktar, A. C. ve Kavutcu, M. (2010). Oxidative imbalance in child and adolescent patients with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 34(8), 1491-1494. doi:10.1016/j.pnpbp.2010.08.010
- Chang, J. P.-C., Su, K.-P., Mondelli, V. ve Pariante, C. M. (2018). Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Youths with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: a Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials and Biological Studies. *Neuropsychopharmacology*, 43(3), 534-545. doi:10.1038/npp.2017.160
- Chang, S.-W. ve Lee, H.-C. (2019). Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics & Neonatology*, 60(3), 237-244. doi:10.1016/j.pedneo.2019.04.007
- Checa-Ros, A., Jeréz-Calero, A., Molina-Carballo, A., Campoy, C. ve Muñoz-Hoyos, A. (2021). Current Evidence on the Role of the Gut Microbiome in ADHD Pathophysiology and Therapeutic Implications. *Nutrients*, 13(1), 249. doi:10.3390/nu13010249
- Chotai, J., Serretti, A., Lattuada, E., Lorenzi, C. ve Lilli, R. (2003). Gene-environment interaction in psychiatric disorders as indicated by season of birth variations in tryptophan hydroxylase (TPH), serotonin transporter (5-HTTLPR) and dopamine receptor (DRD4) gene polymorphisms. *Psychiatry Research*, 119(1-2), 99-111. doi:10.1016/S0165-1781(03)00112-4
- Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S. ve Lindsay, R. (2014). Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporosis International*, 25(10), 2359-2381. doi:10.1007/

s00198-014-2794-2

- Cryan, J. F., O’Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., ... Dinan, T. G. (2019). The Microbiota-Gut-Brain Axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877-2013. doi:10.1152/physrev.00018.2018
- Dawson-Hughes, B., Mithal, A., Bonjour, J.-P., Boonen, S., Burckhardt, P., Fuleihan, G. E.-H., ... Yoshimura, N. (2010). IOF position statement: vitamin D recommendations for older adults. *Osteoporosis International*, 21(7), 1151-1154. doi:10.1007/s00198-010-1285-3
- DiGirolamo, A. M. ve Ramirez-Zea, M. (2009). Role of zinc in maternal and child mental health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(3), S940-S945. doi:10.3945/ajcn.2008.26692C
- Dufault, R., Schnoll, R., Lukiw, W. J., LeBlanc, B., Cornett, C., Patrick, L., ... Crider, R. (2009). Mercury exposure, nutritional deficiencies and metabolic disruptions may affect learning in children. *Behavioral and Brain Functions*, 5(1), 44. doi:10.1186/1744-9081-5-44
- Ghanaatgar, M., Taherzadeh, S., Ariyanfar, S., Razeghi Jahromi, S., Martami, F., Mahmoudi Gharaei, J., ... Shahriyar, Z. (2023). Probiotic supplement as an adjunctive therapy with Ritalin for treatment of attention-deficit hyperactivity disorder symptoms in children: a double-blind placebo-controlled randomized clinical trial. *Nutrition & Food Science*, 53(1), 19-34. doi:10.1108/NFS-12-2021-0388
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491-502. doi:10.1038/nrgastro.2017.75
- Gibson, G. R. ve Roberfroid, M. B. (1995). Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125(6), 1401-1412. doi:10.1093/jn/125.6.1401
- Gkougka, D., Mitropoulos, K., Tzanakaki, G., Panagouli, E., Psaltopoulou, T., Thomaidis, L., ... Tsitsika, A. (2022). Gut microbiome and attention deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *Pediatric Research*, 92(6), 1507-1519. doi:10.1038/s41390-022-02027-6
- Goksugur, S. B., Tufan, A. E., Semiz, M., Gunes, C., Bekdas, M., Tosun, M. ve Demircioglu, F. (2014). Vitamin D status in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Pediatrics International*, 56(4), 515-519. doi:10.1111/ped.12286
- Hawkey, E. ve Nigg, J. T. (2014). Omega-3 fatty acid and ADHD: Blood level analysis and meta-analytic extension of supplementation trials. *Clinical Psychology Review*, 34(6), 496-505. doi:10.1016/j.cpr.2014.05.005
- Holick, M. F., Binkley, N. C., Bischoff-Ferrari, H. A., Gordon, C. M., Hanley, D.

- A., Heaney, R. P., ... Weaver, C. M. (2011). Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96(7), 1911-1930. doi:10.1210/jc.2011-0385
- Iuga, C., Alvarez-Idaboy, J. R. ve Vivier-Bunge, A. (2011). ROS Initiated Oxidation of Dopamine under Oxidative Stress Conditions in Aqueous and Lipidic Environments. *The Journal of Physical Chemistry B*, 115(42), 12234-12246. doi:10.1021/jp206347u
- Kalenik, A., Kardaś, K., Rahnama, A., Sirojć, K. ve Wolańczyk, T. (2021). Gut microbiota and probiotic therapy in ADHD: A review of current knowledge. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 110, 110277. doi:10.1016/j.pnpbp.2021.110277
- Kawatani, M., Tsukahara, H. ve Mayumi, M. (2011). Evaluation of oxidative stress status in children with pervasive developmental disorder and attention deficit hyperactivity disorder using urinary-specific biomarkers. *Redox Report*, 16(1), 45-46. doi:10.1179/174329211X12968219310873
- Khoshbakht, Y., Moghtaderi, F., Bidaki, R., Hosseinzadeh, M. ve Salehi-Abargouei, A. (2021). The effect of dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet on attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms: a randomized controlled clinical trial. *European Journal of Nutrition*, 60(7), 3647-3658. doi:10.1007/s00394-021-02527-x
- Konofal, E., Lecendreux, M., Deron, J., Marchand, M., Cortese, S., Zaïm, M., ... Arnulf, I. (2008). Effects of Iron Supplementation on Attention Deficit Hyperactivity Disorder in Children. *Pediatric Neurology*, 38(1), 20-26. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2007.08.014
- Kul, M., Unal, F., Kandemir, H., Sarkarati, B., Kilinc, K. ve Kandemir, S. B. (2015). Evaluation of Oxidative Metabolism in Child and Adolescent Patients with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Psychiatry Investigation*, 12(3), 361. doi:10.4306/pi.2015.12.3.361
- Lopresti, A. L. (2015). Oxidative and nitrosative stress in ADHD: possible causes and the potential of antioxidant-targeted therapies. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 7(4), 237-247. doi:10.1007/s12402-015-0170-5
- Ma, S., Zhu, D., Yin, W., Hao, J., Huang, K., Tao, F., ... Zhu, P. (2021). The role of neonatal vitamin D in the association of prenatal depression with toddlers ADHD symptoms: A birth cohort study. *Journal of Affective Disorders*, 281, 390-396. doi:10.1016/j.jad.2020.12.033
- Munns, C. F., Shaw, N., Kiely, M., Specker, B. L., Thacher, T. D., Ozono, K., ... Höglér, W. (2016). Global Consensus Recommendations on Prevention and Management of Nutritional Rickets. *Hormone Research in Paediatrics*, 85(2), 83-106. doi:10.1159/000443136
- Parletta, N., Milte, C. M. ve Meyer, B. J. (2013). Nutritional modulation of cogni-

- tive function and mental health. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 24(5), 725-743. doi:10.1016/j.jnutbio.2013.01.002
- Pärty, A., Kalliomäki, M., Wacklin, P., Salminen, S. ve Isolauri, E. (2015). A possible link between early probiotic intervention and the risk of neuropsychiatric disorders later in childhood: a randomized trial. *Pediatric Research*, 77(6), 823-828. doi:10.1038/pr.2015.51
- Patrick, R. P. ve Ames, B. N. (2015). Vitamin D and the omega-3 fatty acids control serotonin synthesis and action, part 2: Relevance for ADHD, bipolar disorder, schizophrenia, and impulsive behavior. *FASEB Journal*, 29(6), 2207-2222. doi:10.1096/fj.14-268342
- Pinto, S., Correia-de-Sá, T., Sampaio-Maia, B., Vasconcelos, C., Moreira, P. ve Ferreira-Gomes, J. (2022). Eating Patterns and Dietary Interventions in ADHD: A Narrative Review. *Nutrients*, 14(20), 4332. doi:10.3390/nu14204332
- Recommendations Abstracted from the American Geriatrics Society Consensus Statement on Vitamin D for Prevention of Falls and Their Consequences. (2014). *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(1), 147-152. doi:10.1111/jgs.12631
- Scassellati, C., Bonvicini, C., Faraone, S. V. ve Gennarelli, M. (2012a). Biomarkers and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(10), 1003-1019.e20. doi:10.1016/j.jaac.2012.08.015
- Scassellati, C., Bonvicini, C., Faraone, S. V. ve Gennarelli, M. (2012b). Biomarkers and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(10), 1003-1019.e20. doi:10.1016/j.jaac.2012.08.015
- Schmidt, M. E., Kruesi, M. J. P., Elia, J., Borcharding, B. G., Elin, R. J., Hosseini, J. M., ... Hamburger, S. (1994). Effect of dextroamphetamine and methylphenidate on calcium and magnesium concentration in hyperactive boys. *Psychiatry Research*, 54(2), 199-210. doi:10.1016/0165-1781(94)90007-8
- Sepehrmanesh, Z., Shahzeidi, A., Mansournia, M., Ghaderi, A. ve Ahmadvand, A. (2021). Clinical and metabolic reaction to probiotic supplement in children suffering attention-deficit hyperactivity disorder: A randomized, double-blind, placebo-controlled experiment. *International Archives of Health Sciences*, 8(2), 90. doi:10.4103/iahs.iahs_112_20
- Sonuga-Barke, E. J. S., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Ferrin, M., Holtmann, M., ... Sergeant, J. (2013). Nonpharmacological Interventions for ADHD: Systematic Review and Meta-Analyses of Randomized Controlled Trials of Dietary and Psychological Treatments. *American Journal of Psychiatry*, 170(3), 275-289. doi:10.1176/appi.ajp.2012.12070991
- Sukmajaya, A. C., Lusida, M. I., Soetjipto ve Setiawati, Y. (2021). Systematic review of gut microbiota and attention-deficit hyperactivity disorder

- (ADHD). *Annals of General Psychiatry*, 20(1), 12. doi:10.1186/s12991-021-00330-w
- Tolppanen, A.-M., Sayers, A., Fraser, W. D., Lewis, G., Zammit, S. ve Lawlor, D. A. (2012). The Association of 25-Hydroxyvitamin D3 and D2 with Behavioural Problems in Childhood. *PLoS ONE*, 7(7), e40097. doi:10.1371/journal.pone.0040097
- Toren, P., Eldar, S., Sela, B.-A., Wolmer, L., Weitz, R., Inbar, D., ... Laor, N. (1996). Zinc deficiency in attention-deficit hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 40(12), 1308-1310. doi:10.1016/S0006-3223(96)00310-1
- Ubbenhorst, A., Striebich, S., Lang, F. ve Lang, U. E. (2011). Exploring the relationship between vitamin D and basic personality traits. *Psychopharmacology*, 215(4), 733-737. doi:10.1007/s00213-011-2175-x
- Van Oudheusden, L. J. ve Scholte, H. R. (2002). Efficacy of carnitine in the treatment of children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 67(1), 33-38. doi:10.1054/plef.2002.0378
- Wang, H., László, K. D., Gissler, M., Li, F., Zhang, J., Yu, Y. ve Li, J. (2021). Maternal hypertensive disorders and neurodevelopmental disorders in offspring: a population-based cohort in two Nordic countries. *European Journal of Epidemiology*, 36(5), 519-530. doi:10.1007/s10654-021-00756-2
- Wang, L.-J., Yang, C.-Y., Kuo, H.-C., Chou, W.-J., Tsai, C.-S. ve Lee, S.-Y. (2022). Effect of Bifidobacterium bifidum on Clinical Characteristics and Gut Microbiota in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Personalized Medicine*, 12(2), 227. doi:10.3390/jpm12020227
- Weydert, J. (2014). Vitamin D in Children's Health. *Children*, 1(2), 208-226. doi:10.3390/children1020208
- Wieggersma, A. M., Dalman, C., Lee, B. K., Karlsson, H. ve Gardner, R. M. (2019). Association of Prenatal Maternal Anemia With Neurodevelopmental Disorders. *JAMA Psychiatry*, 76(12), 1294. doi:10.1001/jamapsychiatry.2019.2309
- Wu, A., Ying, Z. ve Gomez-Pinilla, F. (2006). Dietary curcumin counteracts the outcome of traumatic brain injury on oxidative stress, synaptic plasticity, and cognition. *Experimental Neurology*, 197(2), 309-317. doi:10.1016/j.expneurol.2005.09.004
- Zhang, X., Beaulieu, J.-M., Sotnikova, T. D., Gainetdinov, R. R. ve Caron, M. G. (2004). Tryptophan Hydroxylase-2 Controls Brain Serotonin Synthesis. *Science*, 305(5681), 217-217. doi:10.1126/science.1097540
- Zhu, Z., Wang, Y., Tang, S., Tan, H., Liu, C. ve Cheng, L. (2021). Maternal exposure to pesticides during pregnancy and risk for attention-deficit/hyperactivity disorder in offspring. *Medicine*, 100(26), e26430. doi:10.1097/MD.00000000000026430

Bölüm 8

DOĞAL AFETLER SONRASI BULAŞICI
HASTALIKLARIN KONTROLÜNDE HALK
SAĞLIĞI MÜDAHALELERİ

Evrin ÇELEBİ

1 Dr.Öğr.Üyesi Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi ORCID: 0000-0001-5641-5465

Afetler, olağan yaşam düzenini bozarak, can ve mal kayıplarına neden olan, toplumun yanıt verme ve uyum sağlama kapasitesini aşarak, dış yardım gereksinimi doğuran ekolojik olaylardır. Bir doğal olayın afete dönüşmesi için orada bir toplum bulunması ve bu toplumun fiziksel, örgütsel ve düşünsel yapısının yetersiz olması gerekir. Dünya genelinde afetlerin hem şiddetinin hem de sıklığının arttığı görülmektedir. (Çakmak, Ocaktan ve Akdur, 2018). Son 20 yılda doğal afetler milyonlarca insanın ölümüne neden olmuş, en az bir milyardan fazla insanın hayatını olumsuz etkilemiş ve önemli ekonomik zararlara yol açmıştır. ABD'deki Katrina Kasırgası (2005) ve Büyük Doğu Japonya Depremi ve tsunamisi (2011) gibi yıkıcı felaketlerin sonuçları, en gelişmiş ülkelerin bile doğal afetlere karşı savunmasız olduğunu göstermiştir (Kouadio ve ark. 2012). Gelişmekte olan ülkeler, kaynak, altyapı ve afete hazırlık sistemlerinden yoksun oldukları için doğal afetlerden orantısız bir şekilde etkilenmektedir (Watsons, Gayer ve Connoly, 2007).

Afetle birlikte ortaya yeni bir sosyal, fiziksel ve biyolojik çevre çıkar. Oluşan bu yeni çevreye uygun bir davranış içinde olunmaz ve çevre sağlığı hizmetlerine gereken önem ve özen gösterilmez ise epidemiler çıkması kaçınılmaz olur (Akdur, 2001). Afet sonrası risk değerlendirmesinde bulaşıcı hastalıkların oluşma potansiyeli ve etkileri açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak bir afetin ardından bulaşıcı hastalık salgınlarının riskini, yalnızca olayın büyüklüğüne dayanarak tahmin etmek zordur (WHO, 1979).

Doğal afetleri takiben oluşan bulaşıcı hastalıklar, çoğunlukla yerel altyapının zarar görmesiyle birlikte halk sağlığı önlemlerinin kesintiye uğraması sonucunda afetin uzun süreli ikincil etkisi olarak ortaya çıkma eğilimindedir. Doğal afetlerin ardından bulaşıcı hastalık salgınları riski genellikle sağlık yetkilileri ve medya tarafından aşırı vurgulanarak paniğe, kafa karışıklığına ve bazen de gereksiz halk sağlığı faaliyetlerine yol açar. Doğal afetler sırasında veya hemen sonrasında yaralanmalar ve ölümler doğrudan kırıklar, laserasyonlar, künt travma, ezilme yaralanmaları, mermi yaralanmaları, yanıklar ve boğulma ile ilişkilidir. Çoğu insan, bir doğal afetten kısa bir süre sonra bulaşıcı hastalık bulaşma ve salgınların yüksek bir risk taşıdığına inanır. Bununla birlikte, özellikle afet önemli ölçüde nüfusun yer değiştirmesine neden olmadığında, bu inancı destekleyen hiçbir bilimsel kanıt yoktur (Kouadio ve ark. 2012). Afet sonrası nüfusun yer değiştirmesi birincil endişe kaynağıdır. Nüfusun yer değiştirmesi söz konusuysa, özellikle de yer değiştirme uzun sürerse salgınlar afetlerden sonra daha sık görülür. Afetlerden sonra bulaşıcı hastalık bulaşma riski, öncelikle yerinden edilen nüfusun boyutu ve özellikleri, çevresel değişiklikler, artan vektör üreme alanları, hastalık vektörlerinin çoğalması ve yüksek oranda maruz kalma, plansız ve aşırı kalabalık binalar, kötü su ve

sanitasyon koşulları, yetersiz beslenme ve yetersiz kişisel hijyen, yetersiz aşılama ve aşıyla önlenebilir hastalıklara karşı düşük düzeyde bağışıklık ve sağlık hizmetlerine sınırlı erişimle ilişkilidir (Watsons ve ark. 2007; Noji, 1997; WHO 1979; Kouadio ve ark. 2012).

Birbiriyle sinerjistik etkileri olan ve afet sonrası bulaşıcı hastalık riskini tahmin etmede yardımcı olan üç endişe sözkonusudur:

- a. Önceden bağışıklığı olmayan bir topluluğa giren yeni patojenler
- b. Popülasyonun duyarlılığında değişiklik
- c. Yerel patojenlerin bulaşma potansiyelinde artış

a.Yeni patojenler

Birçok tarihsel örneğin gösterdiği gibi, yeni patojenlerin bir popülasyona girmesi bulaşıcı hastalık riskini artırır. Afetler genellikle bu yeni patojenlerin ortaya çıkması için ortam sağlar ve böylece düşük insidanslı endemik hastalıkları ön plana çıkarır. Örneğin, sel sonrası oluşan ortam, mantarlar ve küfler için en önemli üreme alanıdır. Yeni su basmış evler ve binalar bulaşıcı hastalıklar için risk oluşturur. Toprağın ve partikül maddelerin havaya yayılması, toprak kaynaklı yeni organizmaları, özellikle histoplazmoz ve koksidioitler gibi mantarları çevreye sokma potansiyeline sahiptir (Sirinivas, Bonnie ve Michael,2013) . Bir afet sırasında, patojenik mantarlar doğal ortamlarından uzaklaşabilir veya onları normalde bulunamayacakları alanlara sokabilir, bu da yaralı kişilerle temasa geçerek potansiyel olarak mantar enfeksiyonlarına neden olabilir (Benedict ve Park, 2014). Afet sonrası sivrisinekler için yeni yaşam alanları oluşabilir ve böylece sıtma, Batı Nil virüsü (WNV) veya Dang humması gibi sivrisinek kaynaklı hastalıkların riski artar. Sel sonrası su kaynaklı patojenlerin yara enfeksiyonuna neden olduğu belgelenmiştir (Sirinivas ve ark. 2013).

Ölü bedenlerin oluşturduğu bulaşıcı riskler kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve bir afette ölen ve ölüm anında enfeksiyon taşımayan bir kişinin vücudunun, başkaları için herhangi bir enfeksiyon riski oluşturacağına dair hiçbir veri yoktur. Ölüm doğrudan doğal afete bağlı olduğunda, insan kalıntıları salgın riski oluşturmaz. Ölü bedenler, yalnızca kolera veya hemorajik ateşten ölümler gibi özel önlemler gerektiren birkaç durumda sağlık riski oluşturur. Cenazelerin yönetimine yönelik öneriler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Watson ve ark. 2007; Sack ve Siddique, 1998).

Tablo 1. Cenazelerin yönetimine yönelik öneriler

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölü bedenlerin toplu yönetimi, genellikle, hemen gömülmedikleri veya yakılmadıkları takdirde salgın bir tehlike oluşturdukları şeklindeki yanlış inanca dayanmaktadır. ➤ Kitlesel yaralanma durumlarında ölü yakma yerine gömme tercih edilir. ➤ Cesetleri teşhis etmek için her türlü çaba gösterilmelidir. Mümkünse toplu gömülerden kaçınılmalıdır. ➤ Aileler, toplumsal geleneklere göre kültürel olarak uygun cenaze törenleri ve cenaze törenleri düzenleme fırsatına (ve materyallere erişime) sahip olmalıdır. ➤ Mezarlıklar gibi mevcut tesislerin yetersiz olduğu durumlarda alternatif yerler veya tesisler sağlanmalıdır. ➤ Rutin olarak cesetlerle uğraşan işçiler için, <ul style="list-style-type: none"> • Kan ve vücut sıvıları için evrensel önlemler alınmalı • Eldivenlerin kullanılması ve doğru şekilde atılması • Varsa ceset torbalarının kullanımı • Cesetlere dokunduktan sonra ve yemek yemeden önce ellerin sabunla yıkanması • Araçların ve ekipmanların dezenfeksiyonu • Cesetlerin atılmadan önce dezenfeksiyona ihtiyacı yoktur (kolera, şigelloz veya hemorajik ateş vakaları hariç)

b. Popülasyonun duyarlılığında değişiklik

Hareket halindeki veya stres halindeki popülasyonlar, bulaşıcı hastalıklara normalden daha duyarlıdır. Bu güvenlik açığı, kişisel hijyenden ödün verilmesi ve afetle ilgili yaraların varlığı gibi mekanik faktörlerden ve afet sonrası ortamla ilişkili stres, hipotermi veya yetersiz beslenme nedeniyle potansiyel olarak tehlikeye giren bağışıklık tepkisi gibi biyolojik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Aşılamanın ve diğer halk sağlığı programlarının kesintiye uğraması (örneğin, tüberküloz tedavisi, HIV tedavisi), aşıyla önlenebilir ve diğer bulaşıcı hastalıklara duyarlı popülasyonlara yol açabilir (Ligon, 2006).

c. Yerel patojenlerin bulaşma potansiyelinde artış

Herhangi bir afet türüne özgü olmamakla birlikte, evlerinden yerinden edilmiş, kalabalık ve kapalı alanlarda zaman geçiren nüfus, özellikle solunum ve mide-bağırsak hastalıkları olmak üzere enfeksiyon riski altındadır. Norovirüs veya rotavirüs gibi enterik virüsler, afet sonrası gastroenterit salgınlarında rol oynamıştır. Yakın temaslı yaşamla TB bulaşma riski artar. Akut solunum yolu virüslerinin bulaşması, afet sonrası ortamlarda belgelenmiştir. Başta kızamık olmak üzere havadaki patojen salgınları da dikkate alınması gereken önemli risklerdir ve yerinden edilmiş popülasyonlarda daha yüksek zatürree ve ölüm oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. (Schmid ve ark.

2005; Phanuvan, 2006; Nomura ve ark. 2008). Bu durumların tümünde, daha önce düşük olarak görülen patojenlerin temel üreme sayısındaki bir artış, birincil olarak artan nüfus yoğunluğuna ve afet sonrası kapalı ortam koşullarına bağlanır. Bu nedenle, toplum bağışıklığına ulaşmak için gereken eşik aşılama oranı artırılır, böylece daha önce %85'te iken, afet sonrası ortamda %95'e yükselebilir. Barınma, sanitasyon, gıda dağıtımı ve sağlık hizmetleri de dahil olmak üzere herhangi bir program uygulaması tartışılırken artan hastalık bulaşma potansiyeli dikkate alınmalıdır (Connoly, 2005).

ÖZEL AFET TÜRLERİ

Afetin türlerine göre ortaya çıkma olasılığı olan enfeksiyon hastalıkları ve salgın riskleri de farklılaşmaktadır. Bu nedenle afetlerin oluşma mekanizmalarına göre gerekli önlemleri almak önem taşımaktadır (Çalışkan ve Özcebe, 2013)

Seller ve Tsunamiler

Sel; sürekli bir biçimde yağın yağmurdan ya da eriyen karlardan oluşan, geçtiği yerlere zarar veren taşkın su olarak tanımlanır. Hidrolik felaketlerden sayılan sel; nehir taşkımları, sel baskını, fırtına dalgası ya da kıyı seli şeklinde farklı mekanizmalarla oluşabilmektedir (Uras, 2022).

Sel felaketleri dünya çapında en yaygın görülen doğal afetlerdendir. 2000-2019 periyodu içinde dünya genelinde 3254 (%44) sel felaketi meydana gelmiştir. Türkiye'de görülen doğal afetler içinde sel felaketi, depremde sonra en büyük can ve mal kaybına neden olmaktadır. Örneğin 11 Ağustos 2021'de Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz bölümünde etkili olan aşırı yağış sonucu meydana gelen sel, su baskını ve heyelanlar; Kastamonu, Sinop ve Bartın illerini etkileyerek can ve mal kaybına neden olmuştur (Uras, 2022). Türkiye'de AFAD verilerine göre 2020 yılında 177 sel ve su baskını meydana gelmiştir. Sellerin Türkiye'de meydana gelen tüm doğa kaynaklı olaylar içindeki payı %19.56 olarak bildirilmiştir (AFAD, 2021).

Sel felaketlerinden kaynaklanan ani yaralanmalar ve ölümler, boğulma ve künt travmadan kaynaklanır. Sellerin halk sağlığı sonuçları arasında, insanların yer değiştirerek aşırı kalabalık kamplarda yaşamasından kaynaklanan hastalık salgınları ve su kaynaklarının dışkı materyali ve zehirli kimyasallarla çapraz kontaminasyonu yer alır (Kouadio ve ark. 2012). İçme suyu kontaminasyonu, bulaşıcı hastalıklar açısından en sık görülen endişedir ve sel sonrası gastrointestinal hastalığın sayısız tarihsel epidemisi bildirilmiştir. Salgınlar meydana geldiğinde, genellikle Shigella ve Giardia gibi önceden endemik organizmalarla ilişkilendirilirler, ancak çoğu vakada tanımlanmış bir etiyolojik ajan yoktur (Kunii ve ark. 2002; Wade ve ark. 2004).

Mississippi Nehri'nde meydana gelen bir selden sonra yapılan su kalitesi araştırmasında hem Giardia hem de Koliform türlerinin kaynak içme suyu konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir (sırasıyla %330 ve %270) (Wade ve ark. 2004). Benzer şekilde, 1998 yılında gerçekleşen Bangladeş selinden sonra, kalabalık ortam, tuvalet kullanımının olmaması, su saklama kaplarının kapaksız olması gibi faktörlerin tümü, artan ishaller hastalık oranlarıyla ilişkilendirilmiştir (Kunii ve ark. 2002). Bu durum, hastalıkları önlemek için temiz kaynak suyu tedarikinin ötesindeki faktörlerin önemli olduğunu, uygun hijyen ve enfeksiyon önleme ile ilgili eğitim müdahalelerinin çok önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Kirlenmiş içme suyuna ek olarak sel ve su baskınları genellikle sivrisineklerin çoğalmasında ve sıtma gibi sivrisinek kaynaklı hastalıkların artmasına neden olabilir (Kouadio ve ark. 2012). İklimle oldukça duyarlı vektör kaynaklı bulaşıcı bir hastalık olan sıtma, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda önemli bir halk sağlığı sorunudur ve sıtma dünyanın en önemli vektör kaynaklı hastalığı olarak kabul edilir (Ding ve ark. 2014). Dünya Sıtma Raporu 2022'ye göre, küresel olarak sıtmanın endemik olduğu 84 ülkede tahminen 2020'de 245 milyon, 2021'de 247 milyon sıtma vakası rapor edilmiştir. Sıtma vakası insidansı 2000'de 82 iken 2019'da 57'ye düşmüş ve 2020'de 59'a yükselmiştir. 2020 ile 2021 arasında vaka insidansında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Küresel olarak, sıtma ölümleri 2000-2019 döneminde istikrarlı bir şekilde azalarak 2000'de 897.000'den 2015'te 577.000'e ve 2019'da 568.000'e düşmüş, 2020'de sıtma ölümleri önceki yıla kıyasla %10 artarak 625.000'e, 2021'de biraz düşerek 619.000'e ulaşmıştır (WHO, 2022). Çin'de yapılan bir çalışmada sel ve su baskınlarının artan sıtma vakalarıyla önemli ölçüde ilişkili olduğu belgelenmiştir (Ding ve ark. 2014). 1993 yılında gerçekleşen Iowa taşkınlarının ardından, sivrisinek sayısında önemli bir artış belgelenmiştir. Vektör kaynaklı hastalık salgınları Kuzey Amerika'da ve sivrisinek azaltma programlarının yeterli olduğu diğer bölgelerde nadir olmakla birlikte, 2000'de Mozambik, 1985'te Sudan ve 1989-1991'de Bangladeş dahil olmak üzere diğer ülkelerde selden sonra kaydedilen büyük sıtma salgınları olmuştur. Bu afetlerde artan hastalık ve ölüm oranları, muhtemelen vektörlerdeki artış, kötü çevre koşulları, sivrisinek kontrol programlarının kesintiye uğraması, dışarıda yaşama nedeniyle vektörlere maruz kalan nüfusun artması, yetersiz beslenme, sağlık hizmetlerine erişim eksikliği ve artan savunmasızlığın kombinasyonlarından kaynaklanmaktadır. Artropod kaynaklı enfeksiyonlar, etkilenen bölgedeki endemik riske bağlı olarak sel ve suyla ilgili diğer olaylardan sonra risk oluşturur. Bu nedenle, bu tür enfeksiyonlara karşı eğitim ve önleyici tedbirler, bir afet müdahale planının parçası olmalıdır (Gayer ve Connolly, 2005).

Sel ve su baskınlarının ortaya çıkardığı bir diğer spesifik risk küf oluşumudur. Küf olarak adlandırılan mantarlar; gerçek mantarlar, likenler, balçık küfleri ve su küflerini içeren heterojen bir organizma grubudur. Mantarlar; bitkiler, ormanlar, yiyecek, yem, kağıt ve inşaat malzemeleri dahil olmak üzere çok çeşitli ortamlarda yaşarlar. Dış mekan doğasında genellikle faydalı olmasına rağmen, iç mekanlarda veya inşaat malzemeleri üzerinde büyürken “doğal olarak” oluşan mantarların çoğu, konsantrasyona ve maruz kalma yoluna bağlı olarak, hayvanlar veya insanlarda “sağlık için bir tehlike” olarak kabul edilirler. Seller ve su baskınları nedeniyle zarar görmüş iç mekanlardan toplanan örneklerde 600’den fazla farklı tür tespit edilmiştir (Johanning ve ark. 2014). New Orleans’taki Katrina ve Rita kasırgalarından sonra, ciddi şekilde sular altında kalan evlerde, özellikle insanlarda hastalığa neden olan *Aspergillus Niger*, *Penicillium* türleri, *Trichoderma* ve *Paecilomyces* mantarlarının hane halkı seviyeleri önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Rao ve ark. 2007). Konuyla ilgili literatür incelendiğinde neme bağlı mantarların alerjiler, solunum semptomları veya astım gibi hastalıkların yanı sıra bağışıklık sistemindeki değişikliklerle yüksek oranda ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca nörolojik sistem (baş ağrıları ve kognitif disfonksiyon) ve endokrin ve üreme organları (kadınlarda tiroid hormon değişiklikleri ve adet bozuklukları), psikiyatrik (depresyon) ve romatolojik bozukluklar (eklem ağrıları) da bildirilmiştir. Bazı mantarlar (bakterilerle kombinasyon halinde), genotoksinler ve kanserojenler olarak bilinen kimyasallar üretebilirler (Karvala ve ark. 2013; Shenensa ve ark 2007; Lorenz ve ark. 2006).

Tsunamiler okyanus tabanında meydana gelen taban çökmesi sonucu ortaya çıkan uzun periyotlu dalga hareketleridir. 2004 yılında Hint okyanusunda gerçekleşen tsunami nedeniyle etkilenen bölgelerde enfeksiyon ana ölüm nedeni olmamakla birlikte (ölümler öncelikle travma nedeniyle gerçekleşmiştir), yara enfeksiyonları, dermatit, konjonktivit ve kulak ve boğaz enfeksiyonları, akciğer enfeksiyonları bildirilmiştir. Enfeksiyonların çoğu, kontamine tatlı veya tuzlu su ile doğrudan cilt veya mukoza temasının sonucudur. En sık izole edilen mikroorganizmalar *Staphylococcus* ve *Streptococcus*’tur. Ancak Hawaii, Nikaragua, Porto Riko, Hindistan ve Bangladeş’te selden sonra *Leptospirosis* salgınları bildirilmiştir. *Aeromonas* türleri, *Vibrio* türleri ve diğer su kaynaklı organizmalar nedeniye deri enfeksiyonları kaydedilmiştir. Özellikle, 2005 Katrina kasırgasının ardından gerçekleşen selden sonra *Vibrio* kaynaklı yara enfeksiyonu vakası rapor edilmiştir. Tespit edilen türlerden, 14’üne *Vibrio vulnificus* (5 ölüm) ve 3’üne *Vibrio parahaemolyticus* (2 ölüm) neden olmuştur. Bu enfeksiyonlara hızlı müdahale ve yaygın nedenleri belirlemek için aktif gözetim, bu tür felaketlere müdahale ve kurtarma çabalarının temel parçalarıdır (Uckay ve ark. 2008; Maegele ve ark. 2006; Masur ve Murray, 2005; Athan ve ark., 2005).

Kasırgalar, Siklonlar, Tayfunlar

Kasırga, siklon ve tayfunların ekonomi, çevre ve insan sağlığı üzerinde yıkıcı etkileri vardır. Bu tür olaylara maruz kalma önemli bir halk sağlığı sorunudur ve afet riskini azaltma önlemleri arayışında kilit itici güçlerden biridir (Parks ve ark. 2021). Kasırgalar, siklonlar ve tayfunlar gibi aşırı hidrometeorolojik olayların sıklığı ve yoğunluğu, iklim değişikliği nedeniyle artmakta ve genellikle kıyı, kentleşmiş ve endüstriyel alanlarda ani sellerle ilişkilendirilmektedir (Noji, 1993). 2017 yılında Atlantik'te gerçekleşen üç güçlü ve yıkıcı kasırga (Harvey, Irma ve Maria), yüzlerce insanın ölümüne ve binlerce kişinin yerinden olmasına neden olmuştur. 2018 yılında iki önemli kasırga daha Amerika Birleşik Devletleri kıyılarına ulaşmıştır. Florence Kasırgası, Carolina kıyı şeridinde ciddi hasarlar vermiş, oluşan sel felaketi pek çok insanın yerinden edilmesine ve çevresel yıkıma neden olmuştur. Michael Kasırgası Florida'yı vurmuş ve 2004'ten bu yana Amerika Birleşik Devletleri'nde rapor edilen en güçlü kasırgalardan biri olmuştur (Issa ve ark. 2018). Idai ve Kenneth kasırgaları Mozambik, Malavi ve Zimbabve'de bin kişinin ölümüyle sonuçlanmış ve 100.000'den fazla ev yıkılarak, en az 1 milyon dönüm ekinle birlikte hasar görmüştür. Son 20 yıl içinde Hindistan alt kıtasını vuran en güçlü kasırga olan Fani Kasırgası, Hindistan ve Bangladeş'in doğu kıyılarını vurarak yüzlerce kişinin ölümüne ve 1.2 milyon insanın toplu tahliyesine neden olmuştur (Erickson ve ark. 2019).

Tropikal siklonlar, tropikal veya subtropikal okyanusta meydana gelen ve genellikle şiddetli rüzgarlar, şiddetli yağmur ve fırtına dalgalarının eşlik ettiği siklonik akıntılardır. Kuzeydoğu Pasifik'te kasırgalar, kuzeybatı Pasifik'te tayfunlar, güney yarımkürede siklonlar olarak da adlandırılabilirler (Zheng ve ark. 2017). Tropikal siklonlar leptospiroz, dang humması, sıtma, kolera, enfeksiyöz ishal, akut solunum yolu enfeksiyonu ve akciğer tüberkülozu gibi bazı bulaşıcı hastalık riskini artırabilir. Örneğin Hindistan'da Thane Kasırgasının ardından akut bir ishal salgını, Haiyan tayfunundan sonra gastroenterit vakaları rapor edilmiştir (Frederick ve ark. 2015; Ventura ve ark. 2015). Myanmar'da Nargis kasırgasından sonra ishal, dizanteri ve akut solunum yolu enfeksiyonlarının insidansı artmış, Fransa'da Reunion Adası'ndaki Bejisa siklonundan iki hafta sonra leptospiroz vakalarında bir artış gözlenmiştir (Myint ve ark. 2011; Vilain ve ark. 2015).

Siklonlar şiddetli yağışlara ve sellere neden olabilir. Etkilenen bölgedeki su dağıtım şebekesi ve sanitasyon tesisleri ağır hasar görebilir ve bu da kirli içme suyuna yol açabilir. Kötü sanitasyon koşulları bulaşıcı hastalıkların oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ek olarak, altyapı tahribatının derin olduğu bölgelerde, tıbbi hizmetler işlevselliğin ötesinde hasar görebilir, bu da hastaları belirleme ve/veya tedavi etme kapasitesinin sınırlı olmasına yol açarak bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olabilir (Zheng ve ark. 2017).

Depremler

Depremler insanlar ve yapılar üzerinde yıkıcı etkilere neden olma potansiyeli ile en öngörülemez doğal afetlerden biri olmaya devam etmektedir. Son 20 yılda gerçekleşen afetlere bakıldığında dünya çapındaki tüm afetlerin %8'ini depremler oluşturmuş, sel ve fırtınalardan sonra üçüncü sırada yer almıştır. 2000'den 2019'a kadar dünya çapındaki toplam afet sayısı içinde depremlerin düşük yüzdesine ve esas olarak hidro-meteorolojik olayların niceliksel baskınlığına rağmen, depremler binlerce insanın hayatını kaybettiği mega felaketlere de neden olabilen en ölümcül olaylar arasındadır (CRED, 2020).

Sağlık tesislerinin hasar görmesi, etkilenen insanlara ilk yardım ve acil tıbbi bakım sağlanmasında sorunlara ve gecikmelere neden olur. Karayolu ağının bazı bölümlerinin tahrip olması, ulaşım hizmetlerinde geçici aksamalara ve temel malzemelere ve acil durum hizmetlerine anında erişimde zorluklara neden olur. Yaşam hatları üzerindeki bu etkiler, bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olma ve hatta depremzedeler arasında insan kayıplarına neden olma potansiyeli ile karakterizedir (Marvouli ve ark. 2023).

Deprem kayıpları anlık, hızlı veya gecikmeli olarak sınıflandırılabilir. Ani can kayıplarına; dış veya iç kanamayla sonuçlanan ciddi ezilme, kafatası ve göğüs yaralanmaları veya deprem kaynaklı tsunamiler nedeniyle boğulma neden olur. Hızlı kayıplar dakikalar veya saatler içinde meydana gelir ve toz soluma veya göğüs sıkışması, hipovolemik şok veya sert çevre koşullarına maruz kalma ile ilişkilendirilir. Gecikmeli kayıplar günler içinde ortaya çıkar ve dehidratasyon, hipotermi, hipertermi, ezilme sendromu, yara enfeksiyonları veya sepsise bağlanır. Büyük yaralanmalar temel olarak binaların kısmen veya tamamen çökmesine, heyelan malzemesinin hareket etmesine, deprem sonrası yangınların oluşmasına, hızlı akan tsunami suyundaki enkazın fiziksel etkisine bağlı olabilir. Diğer yaralanmalar; küçük kesik ve morluklardan ciddi kırıklara, ezilme yaralanmalarına ve yanıklara kadar çeşitlilik gösterir. Ayrıca, çöken binalar tarafından üretilen büyük miktarlarda toz ve molozdan kaynaklanan hava yolu tıkanıklığı veya boğulmalar gerçekleşebilir. Tüm bunlar depremlerin halk sağlığını önemli ölçüde etkileyen olaylar zincirini başlatma potansiyeline sahip olduğu ve etkilenen topluluklarda sporadik vakaların ve bulaşıcı hastalık salgınlarının meydana gelmesi için elverişli olumsuz koşullar yaratabileceği açıktır (Mavrouli ve ark. 2023; Naghii 2005).

Üst solunum yolu enfeksiyonları, birçok kıtada meydana gelen depremlerin neden olduğu felaketlerden sonra kısa dönemde oldukça sık görülmüştür. 1994 yılında Kuzey Amerika Northridge depremi, 2001 El Salvador depremi ve ve 2010 Haiti depreminden sonra üst solunum yolu

enfeksiyonları gözlenmiştir (Jibson, 2002; Woerschling ve Snyder, 2004; Koenig ve ark. 2015). Depremden etkilenen insanların çoğu, yetersiz havalandırma, güvenli olmayan içme suyu ve kötü kişisel hijyen ile aşırı kalabalık tahliye ortamlarında yaşamaları bulaşıcı solunum yolu hastalıklarına yakalanma olasılıklarını arttırmıştır. 2013 Bohol (Filipinler) depreminin ardından *Mycobacterium tuberculosis* riski değerlendirilmiş, depremden etkilenen bölgelerde test yapılan 5476 çocuktan 355'inde tüberkülin deri testi pozitif bulunmuş, çocukların 16'sında aktif tüberküloz tespit edilmiştir (Murray ve ark. 2019).

Depremin tetiklediği su ve gıda kaynaklı enfeksiyonlar da rapor edilmiştir. Su ve gıda kaynaklı hastalıklara esas olarak insan veya hayvan dışkısında bulunan patojenik mikroorganizmalarla (bakteri, virüs ve parazitler) ile kontamine olmuş su veya gıdaların alınması neden olmaktadır. Örneğin 2015'te Nepal'de meydana gelen depremlerin ardından, etkilenen bölgelere gönüllü yardım ekipleri gitmiş ve bu ekipler arasında kaydedilen yaygın sorunlar, ishal ve cilt sorunları olmuştur. Bu durum gönüllülerin karşılaşılabilecekleri durumlara yeterince hazırlıklı olmadıklarını, etkilenen bölgeye gitmeden önce görülebilecek sağlık sorunları hakkında uygun bilgilendirmenin bu gruplar arasında sağlık sorunlarının görülme sıklığının azaltılmasına yardımcı olabileceğini düşündürmüştür (Bhandari ve Pandey, 2018). Depremden sonra Nepal'deki bir kurtarma ekibi personeli arasında morbidite değerlendirmesi yapılmış, gastrointestinal şikayetlerin açık ara en yaygın ve önemli morbidite nedeni olduğu görülmüştür (Lachish ve ark. 2017). Aşırı kalabalık koşullarda ve kişisel hijyen kurallarına uyulmayan yerlerde *Shigella* salgınları görülebilmektedir. *Shigella* bulaşmasının yaygın bir yolu, dışkıyla kontamine olmuş yiyecek veya su tüketimidir. Yıkıcı 1999 İzmit depreminin hemen ardından, depremden en çok etkilenen il olan Kocaeli ilinde bir bulaşıcı hastalık surveyans sistemi kurulmuştur. Depremden önce gözlemlenen *Shigella* türleri, *Salmonella* türleri ve *Giardia intestinalis* gibi suda taşınan mikroorganizmalar, sıcak yaz mevsimi, hasarlı altyapı ve güvenli içme suyu elde etmedeki güçlükler nedeniyle ishalleri hastalık salgınlarının olası nedenleri olarak bildirilmiştir. ishalleri hastalıklar 20 Ağustos 1999'dan sonra kademeli olarak artmış ve 15 Eylül 1999'da normal olarak beklenen seviyeye düşmüştür. Tespit edilen nedenler arasında en yaygın etken *Shigella* türleri olmuştur (Vahaboğlu ve ark. 2000). 6 Nisan 2009'da İtalya'daki yıkıcı depremden dört yıl sonra bir kasabada 155 çocukta *Salmonella* enfeksiyonu görülmüş ve bunlardan 44'ü ateş düşürücü ve antibiyotik ilaçlara rağmen şiddetli dehidratasyon, elektrolit dengesizlikleri ve devam eden ateş nedeniyle hastaneye kaldırılmıştır. Bu durum yıkıcı deprem nedeniyle doğal kaynak sularının kirlenmesini takiben oldukça patojenik bir *S. enterica* suşunun ortaya çıktığını vurgulamıştır (Nigro ve ark. 2016). Kontamine gıda veya suyun

tüketilmesi, enfekte hayvanlara dokunulması, böcek ısırıkları ve kontamine tozun solunması dahil olmak üzere dört bulaşma yolu olan Tularemi deprem sonrası bildirilen hastalıklardandır. Avrupa’da, akarsulardan, göllerden, göletlerden ve nehirlerden kirli suların yutulması, Francisella tularensis’in ana bulaşma yoludur (ECDC, 2022). Kocaeli ili, Gölcük ilçesinde ilk tularemi vakası, Ocak 2005’te 5 hastanın ildeki bir merkez hastanesine başvurmasının ardından kaydedilmiştir. Vakaların tamamı, 1999 depreminden sonra yüksek rakımlı bir ormanlık alanın yakınında inşa edilen yeni bir yerleşim yerinden gelmişlerdir. Ana bulaşma yolu, yıkıcı 1999 depreminden önce yıllarca güvenli bir şekilde kullanılan ancak depremle birlikte kirlenen doğal kaynak suyunun içilmesi olduğu belirlenmiştir (Karadenizli ve ark. 2005). Kolera, Vibrio cholerae bakterisinin ürettiği enterotoksinin bağırsağa salgılamasıyla oluşan akut ishalli bir hastalıktır. Hastalığın bulaşması, kontamine yiyecek veya su tüketimi yoluyla gerçekleşir. Su genellikle hasta dışkıyla ile kontamine olur ve bu da gıdayı doğrudan veya dolaylı olarak kontamine edebilir. Yiyecekler, yemek hazırlanırken veya tüketilirken kirli eller tarafından da kontamine olabilir. Endemik bölgelerde, kolera en yaygın olarak yetersiz su temini ve kötü sağlık koşulları olan bölgelerde bulunur (WHO, 2022). 2010 Haiti depreminden sonra, ülke neredeyse bir asırdır koleradan arınmışken Haiti’ye koleranın yeniden bulaştığı düşünülmüştür. Akut sulu ishal ve dehidrasyon hastalarında ani bir artış olmuş, laboratuvar testlerinde, nedensel patojenik ajan olarak V. cholerae olduğu doğrulanmıştır. Hastaların birçoğunun arıtılmamış nehir suyu içtikleri ve tuvaletleri kullanmadıklarını bildirilmiştir (Tappero ve Tauxe, 2011). Bu nedenle, hastalık oluşumu, güvenli suya erişememe, kötü sanitasyon ve aşırı kalabalık koşullardan kaynaklanmıştır. Oldukça bulaşıcı doğası ve önceden var olan bağışıklığın olmaması göz önüne alındığında, 2010 depremini izleyen kolera salgını, Haitili çocukların sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuş ve CDC, beş yaşın altındaki çocuklarda 82.000’den fazla kolera vakası bildirilmiştir. Halk sağlığı ve sağlık altyapısının çökmesi ve deprem nedeniyle sınırlı mali kaynaklar, kolera salgınına etkili bir şekilde müdahale etmeyi daha da zorlaştırmıştır (Dube ve ark. 2018). Giardiasis, memelilerin ince bağırsağında kolonize olan protozoan Giardia lamblia tarafından sindirim sisteminin bir enfeksiyonudur. İnsanlar, dışkı ile kontamine olmuş yiyecek ve suların yutulması veya enfekte kişilerle doğrudan temas yoluyla protozoan kistleri yutarak enfekte olurlar (Halliez ve Buret, 2013). 1999’da Türkiye’nin kuzeybatı bölgesinde meydana gelen iki deprem Düzcü’deki evlerin ve okulların %80’ini yok etmiştir. Yapılan bir çalışmada deprem sonucu farklı sosyoekonomik koşullarda yaşayan ve okuyan iki grup çocuk karşılaştırılmıştır. Depremlerden yıllar sonra bile geçici yerleşim yerlerinde ve okullarda hala yaşayan ve okuyan çocuklarda Giardiasis ve Enterobiasis oranının önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur (Öztürk ve ark. 2004). Hepatit A ve E enfeksiyonları, kötü

sosyoekonomik koşulların ve yüksek nüfus yoğunluğunun bu viral enfeksiyonların bulaşmasına katkıda bulunduğu birçok gelişmekte olan ülkede önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, aşırı kalabalık, temiz su eksikliği veya yetersiz kanalizasyon bertarafı ve arıtma sistemleri varsa, hepatit A kentsel alanlarda bile ortaya çıkabilir (Churc, 2004). Türkiye'nin kuzeybatısını üç aydan kısa bir süre içinde iki kez vuran İzmit ve Düzce depremlerinden sonra Gölyaka ve Düzce kamplarında yaşayan çocuklar arasında hepatit prevalansının araştırıldığı bir çalışmada, İzmit depreminden sonra, içme suyu temininde ve iyi sanitasyon koşullarının sağlanmasında düzensizlikler gözlemlenmiştir. İkinci deprem Düzce'de olmuş, ancak depremedeler için kampların düzenlenmesi, içme suyu ve yiyecek sağlanması ve maddi yardımların dağıtılması için gerekli tedbirler hızla hayata geçirilmiştir. Gölyaka ve Düzce'deki geçici kamplarda yaşayan çocuklarda HAV yaygınlığı sırasıyla %68.8 ve %44.4 iken, çocuklarda HEV yaygınlığı sırasıyla %17.2 ve %4.7 olarak bulunmuştur. Buna göre Gölyaka ilçesinde HAV ve HEV prevalansı Düzce ilçesine göre daha yüksektir. Bu da bulaşıcı hastalıkları önlemek için bir acil eylem planlarının önemini ortaya koymaktadır (Sencan ve ark. 2004).

Vektör kaynaklı hastalıklar: sivrisinekler, tatarcıklar, keneler ve akarlar gibi enfekte eklem bacaklı türlerinin ısırmasıyla bulaşan enfeksiyonlardır (Mavrouli ve ark.2023). Nepal'deki 2015 Gorkha depreminden ve ardından gelen güçlü artçı şoklardan birkaç ay sonra, ülkenin farklı bölgelerinde, özellikle depremden etkilenen bölgelerde tifüs salgınları rapor edilmiştir (Basnyat 2016). 1991'de Kosta Rika'daki deprem ve sellerin ardından, ormansızlaşma ve nehir akış modellerindeki değişiklikler nedeniyle sivrisinek popülasyonundaki artış olmuş ve sıtma vakalarında büyük bir artış kaydedilmiştir (Saenz, Bissell ve Paniagua, 1995). 2016 Ekvador depremi, Zika virüsü enfeksiyonu vakalarının artışına katkıda bulunmuştur (Pacheco Barzallo ve ark. 2018).

Bulaşıcı Hastalığı Önlemek ve Kontrol Etmek İçin Halk Sağlığı Müdahaleleri

Bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve kontrolü, türü ne olursa olsun afet sonrası önemli bir halk sağlığı müdahalesidir. Afet etkilerini ve sağlık ihtiyaçlarını belirlemek için afetin ilk haftasında halk sağlığı müdahale ekipleri tarafından hızlı bir hastalık risk değerlendirmesi yapılmalıdır (Tablo 2). Afet sonrası bulaşıcı hastalıkları kontrol etmeye yönelik acil durum müdahalesi; acil tıbbi bakım, barınak sağlanması ve saha planlaması, su ve sanitasyon, güvenli gıda hazırlama, beslenme, vaka yönetimi, tıbbi malzemeler ve vektör kontrolünü içermelidir. Ayrıca sağlık eğitimi ve insani yardım sağlayan çalışanların sağlığının korunması da önemlidir (Kaudali ve ark.; Jafari ve ark. 2011).

Yerleşim yeri planlaması

Afetlerden hemen sonra uygun barınakların sağlanması ve saha planlaması, özellikle ishaller hastalıklar, akut solunum yolu enfeksiyonları, menenjit, tüberküloz, kızamık ve vektör kaynaklı hastalıklar olmak üzere bulaşıcı hastalık insidansını azaltabilir. Sığınma evleri, mağdurların ihtiyaçlarına göre yeterli alana sahip olmalıdır. Ayrıca su, yakıt ve ulaşım, katı atık yönetimi ve gıda depolarının güvenliğine erişim esastır (Jafari ve ark. 2011). Afet sonrası geçici yerleşim alanları planlanırken uluslararası yönergeler uygulanmalıdır. Bazı tipik gereksinimler, kişi başına 3.5 m² barınak alanı sağlamayı, her 20 kişi için bir tuvalet inşa etmeyi ve tuvaletleri barınaklardan 30 m ve su kaynaklarından 100 m mesafeye yerleştirmeyi içerir. Pratik olarak, su ve sanitasyon ihtiyaçlarına yeterli çözümler sağlamalı, su ve hava yoluyla bulaşan hastalıkları önlemek için kişi başına düşen minimum alan gereksinimini karşılanmalıdır (Kouadio ve ark. 2012)

Gıda temini ve gıda güvenliği

Afetlerde insanların barınma ihtiyaçlarının yanı sıra yaşamlarını sürdürebilmek için beslenme ihtiyaçlarının da karşılanması gerekmektedir. Bu gibi durumlarda insanlara yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması, sağlıklı gıdanın temini ve beslenmenin organizasyonu önemlidir. Afetlerden zarar gören toplumun beslenme gereksinimlerine göre program yapılırken risk grupları içerisinde yer alan olumsuz koşullardan çok çabuk etkilenen gruplar öncelikle düşünülmelidir. Bunlar 5 yaş altı çocuklar, okul çağı çocukları, gebe ve emzikli kadınlar ve yaşlılardır. Beslenme hizmetlerinin organizasyonunda temel aşam sadece besin yardımı ve dağıtımı değildir. Amaç sağlığın korunması, beslenme durumunun düzeltilmesi, hastalık ve ölümlerin önlenmesidir (Attila, 2006).

Gıda güvenliği, doğal afetlerde hastalıkların önlenmesi için çok önemlidir. Dünya Sağlık Örgütü (2005), bir felaket olayının ardından gıda güvenliğini sağlamak için beş anahtar önermektedir:

Anahtar 1: Temiz tutun (tehlikeli mikroorganizmaların büyümesini ve yayılmasını önler)

Anahtar 2: Pişirilmiş ve çiğ gıdaları ayırın (mikroorganizmaların transferini önleme)

Anahtar 3: İyiye pişirin (tehlikeli mikroorganizmaları öldürür)

Anahtar 4: Yiyecekleri güvenli sıcaklıklarda koruyun (mikroorganizmaların çoğalmasını önleme)

Anahtar 5: Güvenli su ve ham maddeleri kullanın (kirlenmeyi önleme)

Yeterli Su Temini ve Sanitasyon hizmetleri

Su kaynaklı hastalıklar afet sonrası bulaşıcı hastalıkların ana nedenidir. Güvenli içme suyunun sürekli olarak sağlanması, bir doğal afetten sonra uygulanacak en önemli önleyici tedbirdir. Afetlerde su temini için aşağıdaki asgari standartları önerilmektedir:

1. Güvenli suya yeterli erişim,
2. Su kalitesi uluslararası yönergelere göre sürdürülmeli ve
3. Su tüketim tesisleri güvenli olmalıdır (Gostelow, 1999)

İnsanlar içme, yemek pişirme ve kişisel hijyen için yeterli miktarda suyu temin etmek, saklamak ve kullanmak ve içme suyunun tüketilene kadar güvenli kalması için yeterli tesis ve olanaklara sahip olmalıdır. Ayrıca kişisel hijyen, afetler sırasında sağlığın teşviki ve geliştirilmesinde önemli bir konudur. Kişisel hijyen alışkanlıkları, nüfusun genel sağlık durumunu etkileyecektir. Fekal-oral yolla bulaşan hastalıklardan korunmada sabun ve el yıkamanın önemi yapılacak eğitim programlarında vurgulanmalıdır (Wisner, Adams ve Adams, 2002; Jafari ve ark.2011). İçme, banyo yapma, yıkanma ve tuvalet için kişi başına yeterli su temini (kişi başına günde en az 20 litre) ve ayrıca katı atıkların yönetimi, ishaller hastalıkların ve diğer vektör kaynaklı hastalıkların salgınlarını önlemede önemlidir. Tüm afet-zedelere ve kurtarma personeline sabun ve su sağlanmalıdır (kişi başına ayda en az 250 g). Yardım programları sadece tuvaletler inşa etmekle kalmamalı, en önemlisi toplum bu tuvaletlerin kullanımını konusunda eğitilmelidir. Klor, içme suyu için en kolay ve yaygın olarak kullanılan ve aynı zamanda en uygun fiyatlı dezenfektan olmaya devam etmektedir. Neredeyse tüm su kaynaklı patojenlere karşı oldukça etkilidir ve alternatif güvenli su kaynağının bulunmadığı yerlerde gereklidir (Kouadio ve ark. 2023).

Vektör Kontrolü

Doğal afetler, vektör kaynaklı hastalıkların bulaşmasını etkileyebilir. Vektör kontrolü, topluluk düzeyinde bulaşmayı azaltmak için birincil halk sağlığı müdahalesidir. Enfekte ve savunmasız konakçıların kalabalığı, zayıflamış bir halk sağlığı altyapısı ve devam eden kontrol süreçlerindeki aksamalar, vektör kaynaklı hastalıkların bulaşması için tamamen risk faktörleridir. Vektörler tarafından sıklıkla yayılan başlıca hastalıklar sıtma, dang humması, Japon ensefaliti, sarı humma, tifüs ve tripanozomiyazdır. Önleme için, hastalıkların yerel bağlamına ve epidemiyolojisine dayalı vektör kontrol müdahaleleri esastır (Salama ve ark. 2004). Sıtma vektörü kontrolü için, böcek ilacı uygulanmış sineklikler, özellikle uzun ömürlü böcek ilacı emdirilmiş ağlar, halk sağlığı dağıtım programlarında tercih edilen bir yöntemdir. Ayrıca insektisitlerle iç mekanlaçlaması yapılabilir. Dang humması vektörü kontrolü için, uygun katı atık imhası, yu-

murtlayan dişi sivrisineklerin erişimini önlemek için kapların kapatılması da dahil olmak üzere iyileştirilmiş su depolama uygulamaları, topluluk temelli programlar aracılığıyla teşvik edilen yöntemler arasındadır.(Kouadio ve ark. 2014; Jafari ve ark.2011).

Aşı ile Önlenebilir Hastalıklar ve Bağışıklama Hizmetleri

Aşı ile önlenebilir birçok hastalık, özellikle bağışıklama oranlarının düşük olduğu ve kalabalıklaşmanın yaygın olduğu durumlarda, yerinden edilmiş popülasyonlarda artan bir salgın potansiyeline sahiptir. Afet sonrası ortamlardaki özel endişeler kızamık, çocuk felci, difteri ve boğmacadır. Yerinden edilmiş ve kalabalık ortamlarda yaşayan 6 aydan 35 yaşına kadar olan tüm kişiler için MMR aşısı (kızamık-kızamıkçık veya kızamık-kabakulak-kızamıkçık olarak) ile proaktif aşılamaya dikkat edilmelidir; aşı, bağışıklık durumuna bakılmaksızın (önceki aşılama veya kızamık öyküsü) kampa girer girmez sunulmalıdır. Meningokokal menenjit, sarı humma ve hepatit A'yı izlemek için sürveyans programları oluşturulmalı ve hastalık tespit edildiğinde bir salgın kontrol önlemi olarak aşılama başlamak için planlar yapılmalıdır. Genel olarak, tetanoz toksoidi ile toplum bağışıklaması önerilmez, ancak tetanoz aşısı yara yönetiminin rutin bir parçası olmalıdır. Durum stabilize olduğunda, mümkün olan en kısa sürede rutin bağışıklama programları oluşturulmalıdır. Ulusal bağışıklama programı tarafından sağlanan rutin aşılar, bir afet sonrasında temel acil sağlık hizmetlerinin sağlanmasının bir parçası olarak tüm bebeklere, çocuklara ve gebe kadınlara sağlanmalıdır. Asgari olarak, DSÖ'nün genişletilmiş bağışıklama programının bir parçası olarak yapılan aşılama dahil edilmelidir. Bunlar arasında tetanoz, difteri, çocuk felci, kızamık, tüberküloz ve bazı ülkelerde hepatit B yer alır. Çoğu genişletilmiş bağışıklama programı uygulanan ülkede aşılama programları iyice yerleşmiş olsa da, afet halk sağlığı programlarının aksamasına yol açarak çok sayıda insanı, özellikle çocukları aşı ile önlenebilir hastalıklara duyarlı hale getirebilir. Acil durum müdahale ekipleri ve yardım çalışanları, konuşlandırılmadan önce kendi aşılarının güncel olduğundan emin olmalıdır. Asgari olarak bu, hepatit B, difteri, boğmaca, tetanoz, çocuk felci, kızamık, kabakulak ve kızamıkçıkta korunmayı ve ayrıca duruma ve ilgili ülkeye bağlı olarak tifo, kuduz, Hepatit A, sarıhumma aşısını içermelidir (Sirinivas ve ark. 2013; Kouadio ve ark. 2012; Jafari ve ark. 2011).

Hastalık Yönetimi ve Temel Klinik Hizmetler

Birinci basamak sağlık hizmetlerine erişim, çeşitli hastalıkların önlenmesi, erken teşhisi ve tedavisinin yanı sıra ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerinin sağlanması için kritik öneme sahiptir. Bulaşıcı hastalıkların etkin tanı ve tedavisi, aşırı mortalite ve morbiditeyi önler. Ayrıca, en yaygın bulaşıcı hastalıkların tanı ve tedavisi için standardize edilmiş kılavuzlara ih-

tiyaç vardır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yerinden edilmiş bir nüfusun ilk temel sağlık hizmeti ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanan Kurumlar Arası Acil Durum Sağlık Kiti afet mahallinde yararlı olacaktır (WHO, 2006). Bir doğal afetin hemen sonrasında veya acil bir durumda kurulabilir ve temel ilaçları, tıbbi tesisleri ve ayrıca acil durumlar bağlamında ihtiyaç duyulan klinik protokolleri içerir (Connolly, 2005; Jafari ve ark. 2011)

Etkilenen sağlık hizmetlerinin restorasyonu yoluyla birinci basamak sağlık hizmetlerinin sunumunun yeniden kurulmasını ve iyileştirilmesi önemlidir. Yeterli düzeyde sanitasyonun yanı sıra tıbbi malzeme temin edilmeli, sağlık çalışanlarına ve tıbbi personele uygun vaka yönetimi konusunda eğitim verilmelidir. Sosyal yardım çalışanları, sağlık çalışanları ve gönüllüler, devam eden salgınların riskleri hakkında insanları bilgilendirerek önemli bir rol oynayabilir. Toplum liderleri, kaynakların seferber edilmesine, sürveyans ve aşılama faaliyetlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunmalıdır (Kouadio ve ark. 2009).

Temel laboratuvar hizmetleri

Çoğu afetin ilk aşamasında bir klinik laboratuvarın kurulması bir öncelik değildir. En yaygın bulaşıcı hastalıkların teşhisi genellikle klinik teşhis ile yapılabilir. Laboratuvar testleri, toplu bağışıklamanın endike olabileceği (örn. meningokokal menenjit) veya kültür ve antibiyotik duyarlılık testinin klinik kararlarda etkili olduğu (örn. dizanteri) varsayılan bir salgın olayı sırasında doğrulama için yararlı olmaya devam etmektedir (Wheeler ve ark. 2001).

Halk Sağlığıyla İlgili Diğer Hususlar

İnsan kalıntılarıyla uğraşan kişilerin kan, sekresyonlar ve dışkı ile temas yoluyla ishalleri hastalıklar, Hepatit B, Hepatit C veya HIV riskine sahip olabilir. İnsan kalıntılarıyla ilgilenen kişiler, kendilerini korumak için temel hijyen önlemleri konusunda bilgilendirilmelidir; cesetlerin taşınması için eldiven ve bot giymek, yemekten önce ve mesai bittikten sonra elleri sabun ve su veya alkol bazlı el losyonları ile yıkamak, elleriyle ağız, göz veya yüze dokunmaktan kaçınmak ve kullanılan tüm ekipman, giysi ve araçları yıkamak buna dahildir. HIV'in önlenmesi, tedavisi ve bakımı, bir afet müdahalesinin önemli bir bileşeni olabilir ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, yerinden edilmiş kişiler için önemli bir hastalık nedeni olabilir. Uyuz ve bit gibi hastalıklar, suya ve diğer hijyen önlemlerine erişimin yetersiz olduğu kalabalık koşullarda da endişe kaynağı olabilir (Sirinivas ve ark. 2013).

Bulaşıcı Hastalık Salgınları için Hızlı İhtiyaç Analizi ve Gözetim

Hızlı ihtiyaç değerlendirmesi, yerinden edilmiş bir toplulukta veya kamplarda, anket gibi standart basit araçlar kullanılarak gerçekleştirile-

bilir. Bu metodoloji, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kasırgalar sonrası ve 2006'da Pakistan'da meydana gelen yıkıcı deprem sonrası dahil olmak üzere çeşitli durumlarda afet sonrası ihtiyaçları değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu değerlendirmeler yalnızca başlangıçta sağlık müdahalesi ihtiyaçlarını belirlemek için kullanılamaz, aynı zamanda temel hastalık ve bağışıklama oranlarını anlamak için bir sürveyans aracı olarak da kullanılabilir. Salgınları tespit etmek ve salgın hastalıkları izlemek için sürveyans sistemlerinin erken kurulması, hızlı ve hayat kurtarıcı bir yanıtın anahtarıdır. Gözetim altına alınacak öncelikli koşullar şunları içerir:

- Akut sulu ishal
- Akut kanlı ishal
- Kızamık
- Akut solunum yolu enfeksiyonu
- Dang humması
- Sıtma
- Sarılık sendromları (Hepatit A, E ve B)
- Menenjit
- Tetanoz
- Açıklanamayan ateşler
- Olağandışı veya beklenmedik halk sağlığı olayları (örn. açıklanamayan hastalık)

Özellikle kanlı ishal, kızamık ve dang hemorajik ateşi için uyarı sistemleri kurulmalı; ve kolera, dizanteri, şigelloz, tifo, hepatit, sıtma, grip, CYBE ve ilgili diğer endemik bulaşıcı hastalıkların yanı sıra bu salgın eğilimli hastalıklar için standart tedavi protokolleri oluşturulmalıdır.

Salgınları kontrol etmek ve zamanında önlem alınmasını sağlamak için ayrıntılı bir salgın müdahale planı erkenden geliştirilmelidir. Bu müdahale planı, mümkün olduğunca mevcut yapılar üzerine inşa edilmeli ve temel laboratuvar desteğini sağlamalıdır (Sirinivas ve ark. 2013).

Müdahaleler

Müdahalelerin çoğu, önemli bir bulaşıcı salgın riskleri göz önüne alındığında, ileriye yönelik ve önleme odaklı olmalıdır. Bu müdahaleler için hayati önem taşıyan, hem afetin hemen ardından hem de afet müdahalesi devam ederken sonraki haftalarda sürveyanstır. Bulaşmaya dayalı önlemlerin alınması sağlık çalışanı güvenliği ve salgın kontrolü için hayati önem taşır. Sık ve eksiksiz el temizliği sağlayan el yıkama istasyonları-

nın mevcudiyeti, hastalığın yayılmasını durdurmak için en uygun maliyetli müdahaledir. Temiz yiyecek hazırlama ve yeme alanları, uygun şekilde yerleştirilmiş tuvaletler ve kirli alanların kapatılmasını sağlayarak hijyene odaklanmanın sürdürülmesi bulaşıcı bir salgını önlemek için hayati önem taşır (Watson ve ark. 2007; MMWR, 2005).

Kızamık aşılama oranlarının düşük olduğu bölgelerde, afet sonrası daha yüksek bir toplum bağışıklığına ulaşmak için kızamık aşılama kampanyalarının başlatılmasına ihtiyaç duyulabilir. Salgınları kontrol etmek için Suççeği, grip ve MMR aşılı, risk altındaki nüfusa yönelik diğer hedefli aşılarla birlikte, kalabalık grup ortamlarında yaşayan bireylerde düşünülmelidir. Afetten etkilenen insanlar, ilaca erişimin muhtemelen bir endişe kaynağı olacağı kronik bulaşıcı hastalıklara sahip olabilir (Avis ve ark, 2007; Lamden ve Gemmell, 2008; Clark ve ark., 2006).

Sonuç olarak afetler, bulaşıcı hastalık salgınlarına yol açma potansiyeline sahiptir. Yaygın algılara rağmen, bir felaketin ardından salgınlar nadirdir. Salgınlar, meydana geldiklerinde en yaygın olarak endemik organizmalardan kaynaklanır. Önleme ve tedavide ana araçlar;

1. Enfeksiyon kontrolü,
2. Sürveyans,
3. Epidemiyolojik analiz
4. Laboratuvar teşhisi.

Sağlık sektörü öncelikleri; yeterli ve güvenli su sağlanması, özellikle travma, obstetrik vakalar, yaralar ve yanıklar için cerrahi, tıbbi ve acil bakıma erişim, Kızamık/kızamıkçık için toplu aşılama kampanyası ve yara bakımının bir parçası olarak tetanoz aşılması dahil olmak üzere öncelikli aşılamalar, salgın eğilimli hastalıklara hazırlık dahil olmak üzere bulaşıcı hastalık sürveyansı ve müdahalesi, bebek ve küçük çocukların uygun şekilde beslenmesi ve yetersiz beslenme yönetimi için destek, kronik hastalıklar için bakımın sürekliliği (örneğin, HIV, TB, hipertansiyon, vb.), halk sağlığı iletişimi, sağlığı etkileyen sağlık dışı sektör öncelikleri, barınak ve yerleşim alanı planlamasıdır (Sirinivas ve ark. 2013).

Halk sağlığı müdahalelerinin sırası şu şekildedir:

Hızlı değerlendirme → Bulaşıcı hastalık tehditlerini belirleyin ve nüfusun sağlık durumunu tanımlayın.

Önleme → Sağlıklı bir fiziksel çevre ve genel yaşam koşulları sağlayarak bulaşıcı hastalıkları önleyin.

Sürveyans → Belirli bulaşıcı hastalık vakalarının erken raporlanmasını sağlamak ve hastalık eğilimlerini izlemek için erken uyarı mekanizması oluşturun.

Salgın kontrolü → Kontrol önlemlerinin doğrulanması, araştırılması ve uygulanması yoluyla hızlı yanıt sağlayın.

Hastalık yönetimi → Tüm sağlık tesislerinde etkili tedavi ve standart protokoller kullanarak eğitimli personel ile bireysel bulaşıcı hastalık vakalarını derhal teşhis edin ve tedavi edin. (CDC, 2008).

Tablo 2. Doğal afetlerin ardından bulaşıcı hastalıkların risk faktörleri ve başlangıcı (Kouadio ve ark. 2014).

Doğal afetleri takip eden başlıca risk faktörleri	Su ile bulaşan hastalıklar			Hava yoluyla bulaşan/damlacık hastalıkları				Vektör kaynaklı hastalıklar		Yaradan/Yaralanmalardan bulaşma		Doğal afetlerin klinik evresi		
	İshal	Leptospiroz	Hepatit	ASYE	Kızamık	Meningokoksik menenjit	Tüberküloz	Sıtma	Dang humması	Tetanoz	Kutanöz mukormikoz	Etki aşaması (0-4 gün)	Etki sonrası aşama (4 gün-4 hafta)	İyileşme aşaması (> 4 hafta)
Endemik olmayan bölgelerden endemik bölgelere nüfus yer değiştirmesi								✓	✓					✓
Aşırı kalabalık (yakın ve çok sayıda kişi)	✓			✓		✓	✓						✓	
Sel ve şiddetli yağmurlardan sonra durgun su	✓	✓						✓	✓					✓
Yetersiz/kirli su ve kötü sanitasyon koşulları	✓		✓										✓	
Hastalık vektörlerine yüksek maruz kalma ve çoğalma		✓						✓	✓					
Yetersiz besin alımı/yetersiz beslenme	✓			✓			✓							✓
Düşük kapsamlı aşılanma					✓									
Yaralanmalar										✓	✓		✓	✓

KAYNAKÇA

- Afad (2021). Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Istatistikler/2020yilidogakaynakliolayistatistikleri.pdf
- Akdur, R. (2001). Afetlerde çevre Sağlığı Hizmetleri (İkincil hastalık ve ölümlerin önlenmesi). Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Ankara, 116-129.
- Athan, E., Allworth, A. M., Engler, C., Bastian, I., & Cheng, A. C. (2005). Melioidosis in tsunami survivors. *Emerging infectious diseases*, 11(10), 1638.
- Attila, S. (2006). Afet Durumlarında Beslenme Hizmetleri (Ed. Güler, Ç., Akın, L.). Halk sağlığı Temel Bilgiler. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Avis, K., Tan, L., Anderson, C., Tan, B., & Muhajarine, N. (2007). Taking a closer look: An examination of measles, mumps, and rubella immunization uptake in Saskatoon. *Canadian journal of public health*, 98, 417-421.
- Basnyat, B. (2016). Typhoid versus typhus fever in post-earthquake Nepal. *The Lancet Global Health*, 4(8), e516-e517.
- Benedict, K., & Park, B. J. (2014). Invasive fungal infections after natural disasters. *Emerging infectious diseases*, 20(3), 349.
- Bhandari, D., & Pandey, P. (2018). Health problems while working as a volunteer or humanitarian aid worker in post-earthquake Nepal. *JNMA: Journal of the Nepal Medical Association*, 56(211), 691.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)—United Nations Office for Disaster Risk Reduction. *Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years (2000–2019)*; CRED-UNDRR: Brussels, Belgium, 2020.
- Clark, R. A., Besch, L., Murphy, M., Vick, J., Gurd, C., Broyles, S., & Lincoln, K. (2006). Six months later: The effect of Hurricane Katrina on health care for persons living with HIV/AIDS in New Orleans. *AIDS care*, 18(sup1), 59-61.
- Connolly, M. A. (Ed.). (2005). *Communicable disease control in emergencies: a field manual*. World Health Organization.
- Çakmak, H., Ocaktan, M. E., & Akdur, R. (2018). Doğal afetler, eşitsizlikler ve sağlık sonuçları. *Eşitsizlikler ve Sağlık Sonuçları (Akın A, Editör), Türkiye Klinikleri, Ankara*, 88, 94.
- Çalışkan, C., & Özcebe, H. (2013). Afetlerde Enfeksiyon Hastalıkları Salgınları ve Kontrol Önlemleri. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12(5), 583-588
- Ding, G., Gao, L., Li, X., Zhou, M., Liu, Q., Ren, H., & Jiang, B. (2014). A mixed method to evaluate burden of malaria due to flooding and waterlogging in Mengcheng County, China: a case study. *PloS one*, 9(5), e97520.
- Dube, A., Moffatt, M., Davison, C., & Bartels, S. (2018). Health outcomes for

- children in Haiti since the 2010 earthquake: a systematic review. *Prehospital and disaster medicine*, 33(1), 77-88.
- Erickson, T. B., Brooks, J., Nilles, E. J., Pham, P. N., & Vinck, P. (2019). Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes, cyclones, flash floods and major hydrometeorological events. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 22(5-6), 157-171.
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2022). Factsheet on Tularaemia. <https://www.ecdc.europa.eu/en/tularaemia/facts> (Erişim tarihi: 05.03.2023).
- Gayer, M., & Connolly, M. A. (2005). Chapter 5: Communicable disease control after disasters. *Public Health Consequences of Disasters*, 2.
- Gostelow, L. (1999). The Sphere Project: the implications of making humanitarian principles and codes work. *Disasters*, 23(4), 316-325.
- Halliez, M. C., & Buret, A. G. (2013). Extra-intestinal and long term consequences of *Giardia duodenalis* infections. *World journal of gastroenterology: WJG*, 19(47), 8974.
- CDC (2008). Interim Immunization Recommendations for Individuals Displaced by a Disaster. Center for Disease Control. <http://www.bt.cdc.gov/disasters/disease/vaccrecdisplaced.asp>.
- Issa, A., Ramadugu, K., Mulay, P., Hamilton, J., Siegel, V., Harrison, C., ... & Boehmer, T. (2018). Deaths related to Hurricane Irma—Florida, Georgia, and North Carolina, September 4–October 10, 2017. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 67(30), 829.
- Jafari, N., Shahsanai, A., Memarzadeh, M., & Loghmani, A. (2011). Prevention of communicable diseases after disaster: A review. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 16(7), 956.
- Jibson, R. W. (2002). A public health issue related to collateral seismic hazards: the valley fever outbreak triggered by the 1994 Northridge, California earthquake. *Surveys in Geophysics*, 23(6), 511.
- Johanning, E., Auger, P., Morey, P. R., Yang, C. S., & Olmsted, E. (2014). Review of health hazards and prevention measures for response and recovery workers and volunteers after natural disasters, flooding, and water damage: mold and dampness. *Environmental Health and preventive medicine*, 19(2), 93-99.
- Karadenizli, A., Gurcan, S., Kolayli, F., & Vahaboglu, H. (2005). Outbreak of tularaemia in Golcuk, Turkey in 2005: report of 5 cases and an overview of the literature from Turkey. *Scandinavian journal of infectious diseases*, 37(10), 712-716.
- Karvala, K., Uitti, J., Luukkonen, R., & Nordman, H. (2013). Quality of life of

- patients with asthma related to damp and moldy work environments. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 96-105.
- Koenig, S. P., Rouzier, V., Vilbrun, S. C., Morose, W., Collins, S. E., Joseph, P., ... & Pape, J. W. (2015). Tuberculosis in the aftermath of the 2010 earthquake in Haiti. *Bulletin of the World Health Organization*, 93, 498-502.
- Kouadio, I. K., Aljunid, S., Kamigaki, T., Hammad, K., & Oshitani, H. (2012). Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures. *Expert review of anti-infective therapy*, 10(1), 95-104.
- Kouadio, I. K., Koffi, A. K., Attouh-Toure, H., Kamigaki, T., & Oshitani, H. (2009). Outbreak of measles and rubella in refugee transit camps. *Epidemiology & Infection*, 137(11), 1593-1601.
- Kunii, O., Nakamura, S., Abdur, R., & Wakai, S. (2002). The impact on health and risk factors of the diarrhoea epidemics in the 1998 Bangladesh floods. *Public health*, 116(2), 68-74.
- Lachish, T., Bar, A., Alalouf, H., Merin, O., & Schwartz, E. (2017). Morbidity among the Israeli Defense Force response team during Nepal, post-earthquake mission, 2015. *Journal of Travel Medicine*, 24(2).
- Lamden, K. H., & Gemmell, I. (2008). General practice factors and MMR vaccine uptake: structure, process and demography. *Journal of Public Health*, 30(3), 251-257.
- Ligon, B. L. (2006). Infectious diseases that pose specific challenges after natural disasters: a review. In *Seminars in pediatric infectious diseases*, 17 (1), 36-45).
- Lorenz, W., Sigrist, G., Shakibaei, M., Mobasheri, A., & Trautmann, C. (2006). A hypothesis for the origin and pathogenesis of rheumatoid diseases. *Rheumatology international*, 26, 641-654.
- Maegele, M., Gregor, S., Yucel, N., Simanski, C., Paffrath, T., Rixen, D., ... & Bouillon, B. (2006). One year ago not business as usual: wound management, infection and psychoemotional control during tertiary medical care following the 2004 Tsunami disaster in southeast Asia. *Critical care*, 10, 1-9.
- Masur, H., & Murray, P. (2005). Tsunami disaster and infection: Beware what pathogens the transport delivers to your intensive care unit. *Critical care medicine*, 33(5), 1179-1180.
- Mavrouli, M., Mavroulis, S., Lekkas, E., & Tsakris, A. (2023). The Impact of Earthquakes on Public Health: A Narrative Review of Infectious Diseases in the Post-Disaster Period Aiming to Disaster Risk Reduction. *Microorganisms*, 11(2), 419.
- Murray, K. O., Castillo-Carandang, N. T., Mandalakas, A. M., Cruz, A. T., Leining, L. M., Gatchalian, S. R., & PEER Health Bohol Pediatric Study Team. (2019). Prevalence of tuberculosis in children after natural disasters,

- Bohol, Philippines. *Emerging infectious diseases*, 25(10), 1884.
- Myint, N. W., Kaewkungwal, J., Singhasivanon, P., Chaisiri, K., Panjapiyakul, P., Siriwan, P., ... & Mu, T. T. (2011). Are there any changes in burden and management of communicable diseases in areas affected by Cyclone Nargis?. *Conflict and health*, 5, 1-11.
- Naghii, M. R. (2005). Public health impact and medical consequences of earthquakes. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 18, 216-221.
- Nigro, G., Bottone, G., Maiorani, D., Trombatore, F., Falasca, S., & Bruno, G. (2016). Pediatric epidemic of *Salmonella enterica* serovar typhimurium in the area of L'Aquila, Italy, four years after a catastrophic earthquake. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), 475.
- Noji, E. K. (1993). Analysis of medical needs during disasters caused by tropical cyclones: anticipated injury patterns. *The Journal of tropical medicine and hygiene*, 96(6), 370-376.
- Noji, E. K. (1997). *The nature of disaster: general characteristics and public health effects* (pp. 3-20). Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Nomura, K., Murai, H., Nakahashi, T., Mashiba, S., Watoh, Y., Takahashi, T., & Morimoto, S. (2008). Outbreak of norovirus gastroenteritis in elderly evacuees after the 2007 Noto Peninsula earthquake in Japan. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(2), 361-363.
- MMWR (2005). Norovirus outbreak among evacuees from hurricane Katrina—Houston, Texas, September 2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* . 54, 1016– 1018.
- Öztürk, C. E., Şahin, İ., Yavuz, T., Öztürk, A., Akgünoğlu, M., & Kaya, D. (2004). Intestinal parasitic infection in children in post-disaster situations years after earthquake. *Pediatrics international*, 46(6), 656-662.
- Pacheco Barzallo, D., Pacheco Barzallo, A., & Narvaez, E. (2018). The 2016 earthquake in Ecuador: Zika outbreak after a natural disaster. *Health security*, 16(2), 127-134.
- Parks, R. M., Anderson, G. B., Nethery, R. C., Navas-Acien, A., Dominici, F., & Kioumourtzoglou, M. A. (2021). Tropical cyclone exposure is associated with increased hospitalization rates in older adults. *Nature Communications*, 12(1), 1545.
- Phanuwan, C., Takizawa, S., Oguma, K., Katayama, H., Yunika, A., & Ohgaki, S. (2006). Monitoring of human enteric viruses and coliform bacteria in waters after urban flood in Jakarta, Indonesia. *Water Science and Technology*, 54(3), 203-210.
- Rao, C. Y., Riggs, M. A., Chew, G. L., Muilenberg, M. L., Thorne, P. S., Van Sickle, D., ... & Brown, C. (2007). Characterization of airborne molds, endotoxins, and glucans in homes in New Orleans after Hurricanes Katrina and

- Rita. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(5), 1630-1634.
- Sack, R. B., & Siddique, A. K. (1998). Corpses and the spread of cholera. *The Lancet*, 352(9140), 1570.
- Sáenz, R., Bissell, R. A., & Paniagua, F. (1995). Post-disaster malaria in Costa Rica. *Prehospital and Disaster Medicine*, 10(3), 154-160.
- Salama, P., Spiegel, P., Talley, L., & Waldman, R. (2004). Lessons learned from complex emergencies over past decade. *The Lancet*, 364(9447), 1801-1813.
- Schmid, D., Lederer, I., Much, P., Pichler, A. M., & Allerberger, F. (2005). Outbreak of norovirus infection associated with contaminated flood water, Salzburg, 2005. *Weekly releases (1997–2007)*, 10(24), 2727.
- Sencan, I., Sahin, I., Kaya, D., Oksuz, S., & Yildirim, M. (2004). Assessment of HAV and HEV seroprevalence in children living in post-earthquake camps from Düzce, Turkey. *European journal of epidemiology*, 461-465.
- Shenassa, E. D., Daskalakis, C., Liebhaber, A., Braubach, M., & Brown, M. (2007). Dampness and mold in the home and depression: an examination of mold-related illness and perceived control of one's home as possible depression pathways. *American journal of public health*, 97(10), 1893-1899.
- Sirinivas, M., Bonnie, H., Michael, C. (2013). *Infectious Diseases Following Disasters*. (Ed. Kollek, D.). 1st edition.
- Tappero, J. W., & Tauxe, R. V. (2011). Lessons learned during public health response to cholera epidemic in Haiti and the Dominican Republic. *Emerging infectious diseases*, 17(11).
- Uckay, I., Sax, H., Harbarth, S., Bernard, L., & Pittet, D. (2008). Multi-resistant infections in repatriated patients after natural disasters: lessons learned from the 2004 tsunami for hospital infection control. *Journal of Hospital Infection*, 68(1), 1-8.
- Uras, N. (2022). Sel kaderiniz olmasın. Türkiye Acil Tıp Derneği Afet Komisyonu. <https://tatd.org.tr/afet/afet-yazi-dizisi/sel-kaderiniz-olmasin/>
- Vahaboglu, H., Gundes, S., Karadenizli, A., Mutlu, B., Cetin, S., Kolayli, F., ... & Dündar, V. (2000). Transient increase in diarrheal diseases after the devastating earthquake in Kocaeli, Turkey: results of an infectious disease surveillance study. *Clinical infectious diseases*, 31(6), 1386-1389.
- Ventura, R. J., Muhi, E., de Los Reyes, V. C., Sucaldito, M. N., & Tayag, E. (2015). A community-based gastroenteritis outbreak after Typhoon Haiyan, Leyte, Philippines, 2013. *Western Pacific surveillance and response journal: WPSAR*, 6(1), 1.
- Vilain, P., Pagès, F., Combes, X., Cassou, P. J. M. D., Mougín-Damour, K., Jacques-Antoine, Y., & Filleul, L. (2015). Health impact assessment of cyclone Bejisa in Reunion Island (France) using syndromic surveillance. *Prehospital and Disaster Medicine*, 30(2), 137-144.
- Wade, T. J., Sandhu, S. K., Levy, D., Lee, S., LeChevallier, M. W., Katz, L., &

- Colford Jr, J. M. (2004). Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms?. *American Journal of Epidemiology*, 159(4), 398-405.
- Watson, J. T., Gayer, M., & Connolly, M. A. (2007). Epidemics after natural disasters. *Emerging infectious diseases*, 13(1), 1.
- Wheeler, J. R., Reiter, K. L., Mead, S., Burkhardt, J. H., Bushee, G. R., & Sunshine, J. H. (2001). The use of volume standards in health services. *Quality Management in Healthcare*, 9(4), 47-62.
- WHO (1979). The risk of disease outbreaks after natural disasters. *WHO Chron*, 33:214– 216.
- WHO (2022). Cholera. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera> (Erişim: 05.03.2023).
- WHO (2022). World Malaria Report 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240064898>
- WHO (2006). *The Interagency Emergency Health Kit (IEHK)*. 3rd ed. Geneva.
- WHO (2005). *Ensuring food safety in the aftermath of natural disasters*, Geneva.
- Wisner, B., Adams, J., & Adams, J. (Eds.). (2002). *Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide*. World Health Organization.
- Woersching, J. C., & Snyder, A. E. (2004). Earthquakes in El Salvador: a descriptive study of health concerns in a rural community and the clinical implications—part II. *Disaster Management & Response*, 2(1), 10-13.
- Zheng, J., Han, W., Jiang, B., Ma, W., & Zhang, Y. (2017). Infectious diseases and tropical cyclones in Southeast China. *International journal of environmental research and public health*, 14(5), 494.

Bölüm 9

ENDODONTİK TEDAVİ YAKLAŞIMLARINDA GÜNCEL İRRİGASYON AKTİVASYON YÖNTEMLERİ

Recai ZAN¹, Fatoş ALBAYRAK²

1 Doç. Dr. Kurumu: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Orcid ID: 0000-0002-2781-355X

2 Dr. Öğr. Üyesi Kurumu: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Orcid ID: 0000-0002-2682-162X

İrrigasyon, vücut boşluğu veya yarayı su ya da ilaçlı bir sıvı ile yıkamak anlamına gelmektedir. Dezenfektan ise hastalığa sebep olan mikroorganizmaları yok eden veya aktivitelerini durduran bir ajan olarak tanımlanmaktadır (O. A. Peters, Peters, & Basrani, 2018). Endodontik tedavilerde irrigasyonun amacı; kök kanallarından mikroorganizma, inorganik ve organik debrisler, pulpa dokusu ve ürünlerinin uzaklaştırılması ve kök kanallarının dezenfeksiyonunun sağlanmasıdır (Susila & Minu, 2019).

Kök kanal tedavisinin başarısı, büyük ölçüde kök kanal sisteminin mekanik preparasyonu ve etkili bir kimyasal irrigasyon protokolüyle bağlantılıdır (Hülsmann, Peters, & Dummer, 2005). Endodontik tedavi esnasında mekanik preparasyonun yapılması, irrigasyon solüsyonlarının kök kanallarına ulaşmasında uygun alanı oluşturmaktadır (Zehnder, 2006). Kök kanal sistemindeki apikal delta, isthmus, aksesuar ve lateral kanallar gibi düzensiz bölgelerin mekanik preparasyonla yeterli dezenfeksiyonunun sağlanmasının mümkün olmadığı belirtilmiştir (Aniketh et al., 2015; de Gregorio, Estevez, Cisneros, Paranjpe, & Cohenca, 2010). Farklı enstrümantasyon teknikleri kullanılarak yapılan bir çalışmada şekillendirme sonrasında kök kanal dentin yüzeyinin %35’lik bir kısmının döner aletler ile temas etmediği mikro-bilgisayarlı tomografi kullanılarak gösterilmiştir (Ove A Peters, Schönerberger, & Laib, 2001). Mekanik olarak temizlenmemiş kök dentin yüzeyleri kanal sisteminin dezenfeksiyonunu riske atmakta ve enfeksiyöz bir sürece zemin hazırlayarak endodontik başarısızlığa yol açabilmektedir (J. Siqueira Jr et al., 2018). Bu bilgiler doğrultusunda, kompleks anatomik yapıya sahip kök kanal sisteminde ulaşılmayan alanların dezenfeksiyonunda irrigasyon işlemi önemli bir basamağı oluşturmaktadır (Akçay, Arslan, Mese, Durmus, & Capar, 2017; Cheung, Lee, & Cheung, 2021).

Endodontik tedavilerde mekanik enstrümantasyonun sınırlamaları nedeniyle kullanılan irrigasyon solüsyonlarının birtakım özelliklere sahip olması gereklidir (Arias-Moliz, Ruiz-Linares, & Ferrer-Luque, 2019). Kök kanallarında varlığını sürdüren mikroorganizmalar uygun koşullar altında periapikal bölgeye ulaşarak bu dokularda enfeksiyona neden olabilmekte veya var olan periapikal enfeksiyonun iyileşmesini engelleyebilmektedir (J. F. Siqueira Jr & Rôças, 2008). Bu mikroorganizmalar, yan yana geldiklerinde toplu olarak genomik yapılarında değişiklik oluşturarak “biyofilm” adı verilen organize olmuş dirençli bir forma dönüşürler. Biyofilm tabakasındaki mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkili ve geniş spektrumlu özelliklerde olan irrigasyon ajanlarının kullanılması tedavi başarısında oldukça önemlidir (Del Pozo & Patel, 2007; J. F. Siqueira Jr & Rôças, 2008).

İdeal bir irrigasyon solüsyonun taşınması gereken özellikler şu şekilde özetlenebilir (Alaçam, 2012; Torabinejad, Handysides, Khademi, & Bakland, 2002);

- Kök kanalındaki debrisleri, artık organik ve inorganik doku artıklarını temizleyebilmelidir.
- Diş ve diş destek dokularına karsinojenik ve toksik etki göstermemelidir.
- Düşük yüzey gerilimi özelliğinde olmalı ve mekanik preparasyonla temas edilmeyen kök kanal yüzeylerine etki edebilmelidir.
- Lubrikasyon özelliğiyle kanal aletlerinin kök kanalında rahat çalışmasına olanak sağlamalıdır.
- Güçlü bir antimikrobiyal etki gösterebilmeli ve kullanım sonrası bir süre daha bu özelliğini kök kanallarında sürdürebilmelidir.
- Endotoksinleri etkisiz hale getirebilmelidir.
- Smear tabakasını kaldırmada etkili olmalı, dentin dokusuna olumsuz etkisi olmamalıdır.
- Kök kanallarında kolay nötralize olmamalıdır.
- Kök kanal dolgu maddesine negatif etkisi olmamalıdır.
- Endodontik tedavi sonrası pulpa odası duvarına bağlanma kuvvetine daimi restorasyonların negatif etkisi bulunmamalıdır.
- Dişin renginde değişiklik yapmamalıdır.
- Elde edilmesi ve uygulanması kolay olmalıdır.
- Kolay saklanabilmelidir.
- Raf ömrü uzun, maliyeti düşük olmalıdır.

Günümüzde mevcut hiçbir irrigasyon solüsyonu tüm bu özelliklere birden sahip değildir. Bu nedenle, kök kanal tedavisi pratiğinde irrigasyon solüsyonlarının kombine şekilde kullanımı tavsiye edilmektedir (Darcey, Jawad, Taylor, Roudsari, & Hunter, 2016).

Endodontik tedavilerde tercih edilen irrigasyon solüsyonlarının Aniketh ve ark. (Aniketh et al., 2015) tarafından sınıflandırıldığı tablo aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının sınıflandırılması

ENDODONTİK İRRİGASYON SOLÜSYONLARI	
A) KİMYASAL AJANLAR	
Doku Çözücü Ajanlar	Okside Edici Ajanlar
Sodyum hipoklorit (NaOCl)	Hidrojen peroksit
Antibakteriyel Ajanlar	Asitler
Klorheksidin glukonat (CHX)	Maleik asit
MTAD	Sitrik asit
Tetraclean	Poliakrilik asit
Smearclear	Etidronik asit (HEBP)
QMix	
Kombinasyonlar	Diğer Güncel İrrigantlar
MTAD	BDA solüsyonu
Tetraclean	Ruddle solüsyonu
Smearclear	Elektrokimyasal olarak aktiflenmiş su
QMix	Ozonlanmış su
	Salvazol
B) DOĞAL AJANLAR	
Propolis	
Triphala	
Çay ağacı yağı	
Morinda citrifolia	
Yeşil çay	
Arctium lappa	

Sodyum hipoklorit (NaOCl), geniş spektrumlu antibakteriyel etkisi, ucuz olması, organik doku artıklarını çözme özelliği, kolay elde edilebilmesi ve düşük yüzey gerilimi sayesinde dentin duvarlarına kolay şekilde diffüze olabilmesi gibi özelliklere sahip olmasından dolayı günümüzde en çok kullanılan irrigasyon solüsyonudur (Do & Gaudin, 2020). NaOCl'nin kök kanalındaki doku çözücü ve antibakteriyel etkinliği; NaOCl'nin konsantrasyonunun yükseltilmesi, ısıtılması ve mekanik olarak aktive edilmesiyle artırılabilir (Abuhaimed & Abou Neel, 2017). Kök kanallarının el eğeleri veya Ni-Ti ege sistemleriyle preparasyonu esnasında kök kanal duvarlarında; vital doku artıkları, dentin talaşları, ya da nekrotik doku artıkları, odontoblastik uzantılar ve mikroorganizmaları içeren 1-2 mm kalınlığında bir tabaka oluşmaktadır. Kesilen dokunun tipine bağlı olarak mine ve dentin üzerinde biriken bu tabakaya “smear tabakası” denilmektedir (Ekim & Erdemir, 2015). NaOCl, mekanik preparasyon sonrası dentin yüzeyinde biriken smear tabakasının dentin talaşlarının ve inorganik bileşenlerinin uzaklaştırılması konusunda etkisizdir. Bu nedenle, smear tabakasının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanlarının da irrigasyonda kullanılması önerilmiştir (Ari, Erdemir, & Belli, 2004). Etilendiamin tetra

asetik asittir (EDTA), 7-8 pH'ta ideal etkinlik gösterir ve diğer asit bazlı şelasyon ajanlarına kıyasla dokularla daha uyumlu olduğu düşünülmektedir (De-Deus et al., 2008). En çok kullanılan irrigasyon solüsyonlarından bir diğeri de klorheksidin (Klorheksidin diglukonat/klorheksidin glukonat/CHX)'dir. Geniş spektrumlu antibakteriyel bir ajandır ve diş hekimliği pratiğinde sıklıkla kullanılmaktadır. CHX'in doku çözücü etkisi bulunmamaktadır fakat güçlü ve rezidüel antibakteriyel etkisi nedeniyle çoğunlukla kök kanal dolgu öncesi son irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmaktadır (Rôças, Provenzano, Neves, & Siqueira Jr, 2016; Zehnder, 2006). Yapılan çalışmalarda %2'lik CHX'in, biyofilm tabakası içinde yaşayan bakterilere karşı %2 oranında NaOCl ile benzer etkiyi gösterdiği, aynı biyofilm bakterilerine karşı %6'lık NaOCl'den daha düşük antibakteriyel etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir (Ma, Wang, Shen, & Haapasalo, 2011; Wang, Shen, & Haapasalo, 2012).

Kök kanal sistemi oval şekilli kanallar, C şekilli kanallar, lateral ve aksesuar kanallar gibi çeşitli anatomik varyasyonlara sahip olabilmektedir. Kök kanal sisteminin oldukça karmaşık anatomik yapısından dolayı irrigasyon solüsyonları yeterli derecede etkinlik gösteremeyebilir (Vaz-Garcia et al., 2018). İnatçı ve sekonder enfeksiyonların ortamda gelişimine olanak sağlayarak endodontik tedavi başarısını negatif yönde etkileyen en önemli etkenler arasında mikroorganizma, artık ürünler ve debrisin kök kanal sisteminde ulaşamayan noktalarda kalmasıdır. Ayrıca kök kanallarının temizlenmesi ve preperasyonunun sırasında meydana gelen smear tabakasının kök kanalındaki dentin tübüllerine penetrasyonu, gerek kök kanal dolgu patının penetrasyonunu engellemekte gerekse irrigasyon solüsyonunun dezenfeksiyon etkinliğini azaltmaktadır (Walsh & George, 2017). Kök kanallarında etkili bir dezenfeksiyonun sağlanması için irrigasyon solüsyonunun isthmuslara, dentin tübüllerine ve aynı zamanda kökün apikal üçlüsüne kadar ulaşması gerekmektedir (Kiran et al., 2016). Yaygın olarak kullanılan NaOCl ve EDTA, konvansiyonel yöntemlerle kökün koronal ve orta üçlüsündeki debris ve smear tabakasını kaldırılmada başarılı olsa da apikal üçlüde etkinlikleri zayıf kalmaktadır (Kiran et al., 2016). Aynı zamanda apikal bölgede irrigasyon solüsyonunda meydana gelen hava kabarcığı sıkışması kök kanal sistemi boyunca solüsyonun sirkülasyonunu engellemekte ve dezenfeksiyonu olumsuz etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Tay et al., 2010; Vera, Arias, & Romero, 2012).

Konvansiyonel irrigasyon yönteminin kök kanal dezenfeksiyonunda yetersiz kalması göz önünde bulundurularak irrigasyon solüsyonlarının hidrodinamik etkinliğinin güçlendirilmesi amaçlanmış ve irrigasyon aktivasyon yöntemleri geliştirilmiştir (Akyuz Ekim & Erdemir, 2015; Gu et al., 2009; Nielsen & Baumgartner, 2007; Oliveira et al., 2018).

İRRİGASYON AKTİVASYON SİSTEMLERİ

1. MANUEL AKTİVASYON TEKNİKLERİ

a. Konvansiyonel Enjektör İrrigasyonu

Konvansiyonel enjektörler ile uygulanan irrigasyon tekniği endodontik tedavilerde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu yöntemde; irrigasyon solüsyonu, kanal içerisine enjektör ucunun aşağı yukarı hareketi ile ya da pasif olarak aktiflenerek taşınmaktadır (Gu et al., 2009). Basit bir yöntem olması, kullanımının kolay olması, kolay ulaşılabilir ve ucuz olması gibi özellikleri en büyük avantajları arasındadır (Boutsioukis, 2019). Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise ucu açık olan enjektör iğnesine fazla basınç uygulanması ile solüsyonların apikal bölgeden dışarı taşabilmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle NaOCl, kök kanallarından taşıdığına periapikal bölgede toksik etki yaratmaktadır. NaOCl, periapikal dokuları hızla okside ederek hemoliz ve ülserasyona, ardından endotelial ve fibroblast hücrelerinin yıkımına sebep olmaktadır (Guivarc'h et al., 2017). Bu dezavantajın üstesinden gelebilmek amacıyla yandan perfore enjektör iğneleri geliştirilmiştir (Goldman, Kronman, Goldman, Clausen, & Grady, 1976). Bu sayede geleneksel enjektör ile yapılan irrigasyona göre hem solüsyonun apeksten taşma riski minimuma indirilmiş hem de hidrodinamik olarak irrigasyon etkinliğinin artırılması amaçlanmıştır (Gu et al., 2009). İğneler çapının boyutuna göre “gauge” (G) sistemiyle sınıflandırılmıştır. İğnenin çap değeri yükseldikçe G değeri azalmaktadır. İğne ucu olarak önceden 25 G çap kullanılmasına rağmen günümüzde en çok tercih edilen iğne tipi ve boyutu, 27-30 G yandan perfore iğnelerdir (Aricioğlu; Görür). İğnenin kanal içerisinde sıkışmasını ve solüsyonun kanaldan taşmasını engellemek amacıyla açık uçlu iğneler apeksten 2-3 mm geride, yandan perfore iğneler ise apeksten 1-2 mm geride konumlanacak şekilde ayarlanmalıdır (Boutsioukis et al., 2010). Geleneksel enjektör iğnesi ile kök kanal sistemindeki düzensiz ve ulaşılması zor alanlarda irrigasyon etkinliğinin yetersiz olduğunu bildiren çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Do & Gaudin, 2020; Gündoğar et al., 2021; Wu, Dummer, & Wesselink, 2006).

b. İrrigasyon Fırçaları

Kök kanallarında preparasyon sırasında meydana gelen vital ve nekrotik doku artıkları, debris ve smear tabakasını uzaklaştırmak aynı zamanda irrigasyon solüsyonunun aktivasyonunu sağlamak amacıyla fırça ile kaplı irrigasyon iğneleri geliştirilmiştir (Gu et al., 2009).

Endobrush (C & S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Kanada), kök kanallarındaki doku artıklarını temizlemek amacıyla geliştirilmiş olup bükülmüş bir tel üzerinde bulunan naylon kıllara sahip spiral şekilli endodontik fırçadır. Endobrush'ın etkinliğinin incelendiği bir araş-

tırmada, rotasyon hareketi ve aktif fırçalama sayesinde kök kanallarında yer alan debridmanın elimine edilmesinde etkin bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Fakat çap boyunun büyük olması sebebiyle kök kanalının her bölümüne ulaşamamaktadır, bu durum apikal üçlüde fırça kullanımından sonra debris birikimine neden olabilmektedir (Keir, Senia, & Montgomery, 1990).

NaviTip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT), kök kanallarına irrigasyon solüsyonlarını iletmek ve smear tabakasını kaldırmak amacıyla kullanılan bir diğer manuel irrigasyon fırçasıdır. NaviTip FX'in 29-30 G çap ve 17-27 mm arası uzunluğa sahip değişen boyutları mevcuttur. Tabandan orta üçlüye kadar rijit, apikal üçlüde ise esnek bir kanülden oluşmaktadır. Bu tasarım, uç kısmının eğimli kanallarda kolayca hareket etmesini sağlamaktadır (Oswal, Martande, & Shenvi, 2020). Fırça kılları esnek ve kök kanal sistemindeki düzensizliklere ulaşabilecek bir yapıda üretilmiştir. NaviTip FX'in, fırça ile kaplı olmayan aynı çaptaki irrigasyon iğnesi ile etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir araştırmada kök kanallarının koronal üçte birlik kısımlarında yer alan debrislerin kök kanallarından uzaklaştırılmasında NaviTip FX'in irrigasyon iğnesine kıyasla daha etkin olduğu rapor edilmiştir. Orta ve apikal üçlüde ise anlamlı bir fark bulunamamıştır (Al-Hadlaq, Al-Turaiki, Al-Sulami, & Saad, 2006). Fırça kılları esnek ve kök kanal sistemindeki düzensizliklere ulaşabilecek bir yapıda tasarlanmıştır.

Fırça ile aktivasyon sırasında fırça kılları ile kanal düzensizlikleri arasında oluşan sürtünme, kılların yerinden oynamasına ve kopmasına sebep olabilir. Cerrahi mikroskop kullanılsa dahi bu durum klinisyen tarafından farkedilmeyebilir (Gu et al., 2009).

c. Manuel Dinamik Aktivasyon

Manuel dinamik aktivasyon, kök kanal preparasyonu tamamlanmış dişlerde son kullanılan eğenin çapıyla uyumlu guta perka konun çalışma boyunda 2-3 mm'lik ileri geri hareketleriyle irrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye itilmesi ve kök kanallarında hidrodinamik etkinin oluşturulmasıdır. (Gu et al., 2009).

Bu yöntemde irrigasyon solüsyonlarının kanalın tüm duvarlarına temas etmesi ve "vapor lock" etkisinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Kullanılan guta perka konun ileri geri hareketi sırasında farklı kanal içi basınçların üretilmesi sonucu solüsyonda türbülans hareketi oluşurken geri çekme hareketi sırasında ise difüzyon oluşmaktadır.

Manuel dinamik aktivasyon yöntemi basit ve düşük maliyetli olmasına rağmen, uygulama prosedürünün zahmetli ve güncel teknolojik ürünlere kıyasla etkinliğinin daha zayıf olmasından dolayı rutin klinik uygulamaya

larda genellikle tercih edilmemektedir (Gu et al., 2009; Tay et al., 2010).

2. KANAL PREPARASYONU SIRASINDA İRRİGASYON AKTİVASYONU YAPAN SİSTEMLER

a. Quantec-E

Quantec-E irrigasyon sistemi (SybronEndo, Orange, CA), kendi solüsyon iletim ünitesi sayesinde preparasyon ve irrigasyonun eş zamanlı olarak yapıldığı bir mekanizmaya sahiptir. Bu irrigasyon aktivasyon yönteminde iki sıvı haznesi yardımıyla döner aletle eyleme sırasında kök kanallarında devamlı irrigasyon yapılır. Böylece, penetrasyon derinliğinin artması kullanılan solüsyonun kök kanalına temas süresinin ve miktarının artmasına bağlı olarak beklenir (Gu et al., 2009).

Bu sistem geleneksel yöntemle kıyaslandığında, yapılan kök kanal şekillendirilmesi esnasında kök kanalının koronal üçlüsünde debris ve smear tabakası daha çok miktarda elimine edilirken, iki yöntem arasında orta ve apikal üçlü bölgelerinde bir fark bulunamamıştır (Setlock, Fayad, BeGole, & Bruzick, 2003). Walters ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada konvansiyonel irrigasyon iğnesi ve Quantec-E irrigasyon sistemi karşılaştırılmış ve kök kanallarının apikal 5 mm'sinde kalan debris miktarı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Walters, Baumgartner, & Marshall, 2002).

b. Self Adjusting File (SAF)

Self adjusting file (SAF; ReDent-Nova, Raanana, Israel) kafes şeklinde, içi boş metal eğe vasıtasıyla kök kanalına irrigasyon solüsyonunun kesintisiz verilmesini sağlayan bir sistemdir. SAF; nikel titanyumdan yapılmış, kök kanallarının kemomekanik preparasyonu esnasında sıkıştırılabilen, kanalın anatomisi ve orjinal şekline göre adapte olabilen, yorulmaya dirençli ve esnek bir egedir (Adigüzel, 2011). SAF kullanılmadan önce kök kanalı en az 20 numaralı K tipi el eğesi ile çalışma boyuna kadar genişletilmelidir (Metzger, Solomonov, & Kfir, 2013).

SAF, dakikada 3000-5000 adet vertikal titreşim hareketi yaparak çalışmaktadır ve 3-5 mm yukarı-aşağı hareketle kullanılması önerilmektedir. SAF eğesinin, kullanımı sırasında sistem her iki dakikada iki devir yapmaktadır. Bu işlem süresince cihazdan kesintisiz taze solüsyon akışı sağlanmaktadır. Irrigasyon solüsyonunun iletimi eğe merkezine bağlı silikon bir tüp aracılığıyla gerçekleşmektedir. Böylece mekanik preparasyonla eş zamanlı olarak devamlı bir irrigasyon sağlanmış olur (Metzger, Teperovich, Zary, Cohen, & Hof, 2010).

Kök kanallarındaki bakteriyel biyofilm tabakası ve pulpa artıkları kanal duvarlarından SAF eğesinin hareketiyle ve irrigasyon solüsyonunun

akışıyla etkin bir şekilde uzaklaştırılabilir. SAF sisteminin eşsiz temizleme etkinliği, kanal duvarları üzerindeki ovalama hareketi ve kesintisiz taze solüsyon akışı ile açıklayabilir (Metzger et al., 2013). Yapılan bir araştırmada, SAF sisteminin aralıksız NaOCl solüsyonu ovalama etkisi ve akışıyla kanal duvarlarının sadece %3'ünde bakteriyel biyofilm tabakası gözlenmiştir (Lin, Shen, & Haapasalo, 2013).

3. DÖNER ALETLER İLE İRRİGASYON AKTİVASYONU

a. XP-Endo Finisher

XP-Endo Finisher (FKG Dentaire; La Chaux-de-Fonds, İsviçre), kök kanal şekillendirilmesini takiben irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu arttırmak ve dezenfeksiyon protokolünde son basamak olarak kullanılmak üzere geliştirilmiş güncel endodontik eğe sistemidir (Vaz-Garcia et al., 2018). Kesme özelliği olmayan eğenin uzunluğu 21 mm, apikal çapı 25 ve konikliği 00'dır. Apikal çapı 25'den büyük olan kök kanallarında kullanılmalıdır. Üretici firmanın önerisi ile eğe tork kontrollü endodontik motorla 800 rpm hız, 1 Ncm torkta çalıştırılmalıdır (Sağlam, Hazar, Koçak, Koçak, & Türker).

Bu eğe sistemi Ni-Ti MaxWire teknolojisiyle (Martensit-östenit) özel olarak üretilmiştir. MaxWire teknolojisinin şekil hafızası ilkelerine göre üretilen eğe, oda sıcaklığında M-fazında ve düz iken; kök kanalları içinde vücut ısısına maruz kaldığında moleküler yapısını A-fazına değiştirmektedir. Aldıkları kıvrımlı form sayesinde irrigasyon solüsyonları ile birlikte standart kök kanal aletleriyle ulaşılması ve temizlenmesi zor olan alanların dezenfeksiyonunu sağlayabilmektedir (SA, 2016).

b. XP-Clean

XP-Clean (MK Life, Porto Alegre, Brezilya); irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu amacıyla üretilen bir başka döner eğe sistemidir. XP-Endo Finisher'a benzer şekilde kök kanallarının preparasyon aşamasından sonra kullanılmaktadır. İrrigasyon solüsyonunu aktive ederek etkinliğini artırdığı gibi uygulama sırasında kanal duvarlarına teması sayesinde dentin debris ve mikroorganizmaların mekanik olarak uzaklaştırılmasına da yardımcı olmaktadır (Vaz-Garcia et al., 2018).

4. SONİK AKTİVASYON TEKNİKLERİ

a. EndoAktivator

EndoAktivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), polimer bir uç sayesinde kök kanalı içerisinde ileri geri hareketler ile hidrodinamik aktivasyon yaparak etkinlik gösteren bir cihazdır. Küçük (15/02), orta (25/04), büyük (35/04) olmak üzere 3 ayrı boyutta ve 22 mm uzunlukta tasarlanmış polimer uçlara sahiptir (Armulescu et al., 2021; Gündoğar

et al., 2021). Bu uçların pürüzsüz ve esnek yapısı nedeniyle, dentini kesme özellikleri bulunmamaktadır. EndoAktivator sistemi kök kanalındaki solüsyonu etkin şekilde aktive etmek amacı ile 33-167 Hz değerlerinde çalışmaktadır. 2000, 6000 ve 10000 cpm'den oluşan 3 hız ayarı bulunmaktadır. Debrisleri en etkin şekilde uzaklaştırmak için önerilen hız değeri 10000 cpm'dir (Gu et al., 2009). Kök kanalının mekanik preparasyonu tamamlandıktan sonra çalışma boyundan 2 mm kısa ve kanal içinde rahat hareket edebilecek bir uç seçilmelidir. Guivarc'h ve ark. kanal içinde rahatlıkla hareket edebilen uçların irrigasyon etkinliğini arttırdığını belirtmişlerdir (Guivarc'h et al., 2017).

Lateral ve aksesuar kanalların smear tabakasının uzaklaştırılması, dezenfeksiyonu ve biyofilm tabakasının eğimli kanallardaki eliminasyonunda EndoAktivator'lerin etkili olduğu bildirilmiştir (Caron, 2007). Kanter ve ark. EndoAktivator ve konvansiyonel enjektör irrigasyonunu kıyasladığı bir çalışmada EndoAktivator kullanılan kök kanallarından daha fazla debris uzaklaştırılmış ve daha steril kanallar elde edilmiştir (Kanter et al., 2011). Bryce ve ark. özel boyanmış kollajen filmi kök kanallarına uygulayıp daha sonra farklı tekniklerle bu kollajen filmin uzaklaştırılma etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında EndoAktivator'un konvansiyonel enjektör irrigasyonuna göre daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Bryce, MacBeth, Gulabivala, & Ng, 2018).

b. Vibringe

Vibringe (Vibringe B. V. Corp, Amsterdam, Hollanda), akustik akış ve sonik aktivasyon teknolojisini birleştiren bir cihazdır. Cihaz iki bölmeli şırınga ve şarj edilebilir bataryadan oluşmaktadır. Ucuna istenilen tür ve çapta irrigasyon iğnesi takılabilen ve standart 10 ml hazneli pistonu olan cihaz, kök kanal sistemine sürekli olarak atımlı irrigasyon yapar (Ricardo & Nursasongko, 2016; Walters et al., 2002). Vibringe kullanılarak yapılan kanal irrigasyonunda, konvansiyonel enjektör irrigasyonu yöntemine kıyasla kök kanalının apikal üçlüsünden daha fazla miktarda debris uzaklaştırıldığı belirlenmiştir (Rödig, Bozkurt, Konietschke, & Hülsmann, 2010).

c. Eddy

En güncel sonik aktivasyon tekniklerinden biri de EDDY (VDW, Münih, Almanya)'dir. EDDY, sonik bir scaler ile kullanılan ve 6000 Hz frekansında salınım yapan 25/04 boyutlarında esnek poliamid bir uçtur. Ucu poliamid yapıda olmasının hem aktivasyon sırasında kanal içerisindeyken kırılma riskini azalttığı hem de kontrolsüz dentin çıkartılması ve lateral perforasyon gibi komplikasyonları önlediği bildirilmiştir (Donnermeyer, Wyrsh, Bürklein, & Schäfer, 2019; Urban, Donnermeyer, Schäfer, & Bürklein, 2017). EDDY sisteminin kavitasyon ve akustik akışı tetikleyerek üç boyutlu bir hareket oluşturduğu ve temizleme etkinliğini arttırdığı üre-

ticisi firma tarafından bahsedilmektedir (Swimberghe, De Clercq, De Moor, & Meire, 2019).

Yapılan bir çalışmada EDDY ve pasif ultrasonik aktivasyonun (PUA) antibakteriyal etkinliklerinin benzer olduğu belirtilmiştir (Neuhaus, Liebi, Stauffacher, Eick, & Lussi, 2016). Urban ve ark. EndoAktivator, geleneksel şırınga irrigasyonu, PUA ve EDDY'nin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini taramalı elektron mikroskobu ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda EDDY'nin PUA kadar etkin olduğunu söylemişlerdir (Urban et al., 2017). Salas ve ark. kalsiyum hidroksitin dentin tübüllerine penetrasyonunda, farklı aktivasyon yöntemlerinin etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında EDDY'nin konvansiyonel enjektör irrigasyonundan daha etkili olduğunu tespit etmiş ancak PUA kadar etkili olmadığını ileri sürmüşlerdir (Salas, Castrejon, Fuentes, Luque, & Luque, 2021). Gündoğar ve ark. konvansiyonel enjektör irrigasyonu, EndoAktivator, EDDY ve PUA'nın postoperatif ağrıya etkisini incelemişlerdir. 24 saat sonra en yüksek ağrı konvansiyonel enjektör irrigasyonunda olurken en düşük ağrı EDDY grubunda bulunmuştur (Gündoğar et al., 2021).

4. ULTRASONİK AKTİVASYON TEKNİKLERİ

Endodontik tedavilerde 1957'den bu yana kullanılan ultrasonik sistemler hala günümüzde üstünlüklerini korumaktadır. Ultrasonik başlıklar, ses dalgalarını endodontik eğeye iletir ve ~25.000 titreşim/sn'de titreşmesine neden olur. Dentini kesmenin yanında, kullanılan irrigasyon solüsyonunun akustik akışına neden olur. Ayrıca, kanal duvarlarında bulunan debrislerin, irrigasyon solüsyonu içinde meydana gelen kaviteasyon yoluyla kanal duvarından ayrıldığı da tespit edilmiştir. Diş hekimliği literatüründe iki tip ultrasonik irrigasyon tanımlanmıştır. İlki, eş zamanlı ultrasonik enstrümantasyon ve irrigasyonun bir kombinasyonudur. İkincisi ise eş zamanlı enstrümantasyon olmadan çalışır ve pasif ultrasonik aktivasyon (PUA) olarak adlandırılır (Ragul, Dhanraj, & Jain, 2018; Walker & Carlos, 1989).

a. Ultrasonik Enstrümantasyon

Ultrasonik enstrümantasyonun, kök kanallarının dezenfeksiyonunda daha verimli ve hızlı olduğu ayrıca daha az operatör yorgunluğuna sebep olduğu belirlenmiştir. Ultrasonik enerji, kök kanallarında kaviteasyon ve akustik bir akış sağlamaktadır. Bunun sonucunda mikroorganizmaları öldüren bir basınç ve vakum etkisinin olduğu belirtilmiştir. Kök kanallarında üstün bir dezenfeksiyon sağladığı için kullanımı günümüze kadar süregelmiştir (Hülsmann et al., 2005).

b. Pasif Ultrasonik Aktivasyon (PUA)

Kök kanal genişletmesi sonrası sadece irrigasyon aktivasyonu yapan, kök kanal duvarlarından madde kaldırmayan pasif bir yöntemdir. Pasif

Ultrasonik Aktivasyon (PUA) ve konvansiyonel enjektör irrigasyonunun karşılaştırıldığı bir çalışmada, PUA yönteminin artık pulpa dokusu ve dentin debrislerinin giderilmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Van der Sluis, Versluis, Wu, & Wesselink, 2007). PUA, en zor alanlarda bile kök kanallarının dezenfeksiyonunda umut verici sonuçlar vermektedir (Haapasalo, Shen, Wang, & Gao, 2014). Yapılan bir çalışmada, PUA'nın şırınga irrigasyonuna göre, kök kanallarındaki bakterileri azaltmada önemli ölçüde daha iyi sonuçlar verdiği rapor edilmiştir (Van der Sluis et al., 2007). Kirar ve ark. yaptıkları çalışmada, 2 farklı tip kalsiyum hidroksit medikamentinin kök kanal duvarlarından uzaklaştırılmasında kullanılan farklı irrigasyon yöntemlerini kıyaslamıştır. Tüm deney grupları arasında, EndoAktivatör kullanılarak yapılan sonik irrigasyonun kalsiyum hidroksit'in uzaklaştırılmasında en iyi yöntem olduğunu ve bunu PUA, manuel dinamik aktivasyon ve yandan perfore iğne ile yapılan irrigasyon aktivasyon yöntemleri takip etmektedir (Kirar, Jain, & Patni, 2017).

5. ARDIŞIK DÜZENLİ BASINÇ OLUŞTURAN SİSTEMLER

a. RinsEndo

İrrigasyon solüsyonunun tüm kök kanal yüzeylerine temas etmesi amacıyla ardışık ve düzenli basınç oluşturan sistemler geliştirilmiştir. Bu yöntemle çalışan, RinsEndo (Duerr-Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya) ve EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) isimli iki sistem bulunmaktadır. RinsEndo sistemi, basınç-aspirasyon teknolojisiyle kök kanalında aktivasyon sağlar. Bileşenleri bir el aleti, 7 mm çıkış açıklığına sahip bir kanül ve irrigasyon solüsyonunu taşıyan bir şırıngadır. El aleti dental hava kompresörü tarafından çalıştırılır ve 6,2 ml/dk'lık bir irrigasyon hızına sahiptir. Bu sistemle, 1,6 Hz frekansta salınan 65 mL irrigasyon solüsyonu bir şırıngadan çekilir ve uyarlanmış bir kanül aracılığıyla kök kanalına taşınır. Aspirasyon aşamasında, kullanılan solüsyon ve hava kök kanalından çekilir ve otomatik olarak yeni durulama solüsyonu ile birleştirilir (Ragul et al., 2018). Toljan ve ark. RinsEndo ve PUA'nın *E. faecalis* biyofilmi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda irrigasyon solüsyonu hacmi sabit tutulan gruplarda *E. faecalis* biyofilmi üzerinde RinsEndo PUA'dan anlamlı derecede daha etkili bulunmuştur (Toljan, Bago, & Anić, 2016). Ancak Vivan ve ark. debris uzaklaştırmada konvansiyonel enjektör irrigasyonu ile RinsEndo sistemi arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir (Vivan et al., 2010).

b. EndoVac

EndoVac Sistemi, (Discus Dental, Culver City, CA), kök kanal sisteminin apikal üçlü seviyesindeki irrigasyon solüsyonunu boşaltmak ve negatif basınç mekanizması yoluyla smear tabakasını çıkarmak için tasarlanmış apikal negatif basınçlı bir irrigasyon cihazıdır. Townsed ve Maki farklı

irrigasyon aktivasyon tekniklerini kullandıkları bir çalışmada, bakterileri kök kanal sistemlerinden temizlemede EndoVac sisteminin diğer gruplardan başarısız olduğunu rapor etmişlerdir (Townsend & Maki, 2009). Ancak Thulaseedharan ve ark. *E. faecalis*'in kök kanallarından uzaklaştırılmasında EndoVac sisteminin konvansiyonel enjektör irrigasyonu ve PUA'ya göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Thulaseedharan et al., 2020).

6. LAZERLİ AKTİVASYON TEKNİKLERİ

Lazerin termal etkisi, su moleküllerinde genleşme ve büzülme meydana getirerek kanal içi sıvıda sekonder kavitasyon oluşturmaktadır (Ekim & Erdemir, 2015). Bu amaçla CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, Argon Diyet gibi lazer çeşitleri kullanılmıştır (Beer, Buchmair, Wernisch, Georgopoulos, & Moritz, 2012; Ekim & Erdemir, 2015; Schoop et al., 2006).

PIPS (Photon Induced Photoacoustic Streaming)

Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) olarak adlandırılan bu teknik, Er:YAG lazerin (LightWalker AT, Fotona, Ljubljana, Slovenya) kullanılması ve bu lazerin açığa çıkardığı enerjinin irrigasyon solüsyonlarıyla (Sodyum hipoklorit, EDTA, distile su) etkileşmesi mantığı ile çalışmaktadır. Bu teknikte, sadece 50 mikrosaniye süreli darbelerle 10-15 Hz'de 20-50 mikrojoule'lük (mJ) düşük enerji seviyelerini kullanılmakla beraber, fototermalden ziyade daha fazla fotoakustik ve fotomekanik etkiler meydana gelmektedir (Ove A Peters, Bardsley, Fong, Pandher, & DiVito, 2011; Thulaseedharan et al., 2020).

Akçay ve ark.'nın farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinden sonra farklı kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu araştırdıkları çalışmalarında, PIPS ve PUA kullanımı sonrası biyoseramik içerikli kanal patlarının dentin tübüllerinde daha derine penetre olduğunu bulmuşlardır (Akçay, Arslan, Durmus, Mese, & Capar, 2016). Mandras ve ark. PIPS'in konvansiyonel enjektör irrigasyonuna göre kök kanal sisteminden daha fazla sayıda bakteriyi elimine ettiğini bildirmişlerdir (Mandras et al., 2020). Galler ve ark.'nın farklı aktivasyon tekniklerinin irrigasyon solüsyonlarının penetrasyon derinliği üzerine yaptıkları bir çalışmada, PIPS'in en büyük penetrasyon derinliklerini ortada ve özellikle apikal bölümlerde elde ettiğini rapor edilmiştir (Galler et al., 2019).

7. GENTLEWAVE SİSTEMİ

Gentlewave GWS (Sonendo Inc, Laguna Hills, CA), endodontik tedavilerde kök kanallarının şekillendirilmesi yapılmadan uygulanan dezenfeksiyon sistemidir. Multisonik aktivasyon ve ardından oluşan kavitasyon bu tekniğin çalışma prensibini oluşturur. Kavitasyon, kök kanal sistemini temizlemek amacıyla irrigasyon solüsyonunda akustik dalga oluşumuna neden olur (Akçay et al., 2016). Yapılan *in-vitro* çalışmalarda, GWS

önemli ölçüde daha iyi performans göstermiştir. Dahası, GWS'nin doku çözünmesinde ultrasonik yöntemle göre sekiz kattan fazla etkili olduğu bildirilmiştir (Bukhari & Babaeer, 2019; Molina, Glickman, Vandrangi, & Khakpour, 2015).

KAYNAKÇA

- Abuhaimed, T. S., & Abou Neel, E. A. (2017). Sodium hypochlorite irrigation and its effect on bond strength to dentin. *BioMed research international*, 2017.
- Adigüzel, Ö. (2011). A literature review of self adjusting file. *International Dental Research*, 1(1), 18-25.
- Akcay, M., Arslan, H., Durmus, N., Mese, M., & Capar, I. D. (2016). Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bio-seal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. *Lasers in surgery and medicine*, 48(1), 70-76.
- Akcay, M., Arslan, H., Mese, M., Durmus, N., & Capar, I. D. (2017). Effect of photon-initiated photoacoustic streaming, passive ultrasonic, and sonic irrigation techniques on dentinal tubule penetration of irrigation solution: a confocal microscopic study. *Clinical oral investigations*, 21, 2205-2212.
- Akyuz Ekim, S. N., & Erdemir, A. (2015). Effect of different irrigant activation protocols on push-out bond strength. *Lasers in medical science*, 30, 2143-2149.
- Al-Hadlaq, S. M., Al-Turaiki, S. A., Al-Sulami, U., & Saad, A. Y. (2006). Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *Journal of endodontics*, 32(12), 1181-1184.
- Alaçam, T. (2012). *Endodonti*. Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Aniketh, T., Idris, M., Geeta, I., Nandakishore, K., Sahu, G. K., Arul, P. T., . . . Kareem, S. A. (2015). Root canal irrigants and irrigation techniques: A review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4(27), 4694-4701.
- Ari, H., Erdemir, A., & Belli, S. (2004). Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *Journal of endodontics*, 30(11), 792-795.
- Arias-Moliz, M. T., Ruiz-Linares, M., & Ferrer-Luque, C. M. (2019). Irrigating solutions in root canal treatment. *Endod. Pract. Today*, 13, 131-146.
- Aricioğlu, B. Farklı irrigasyon sistemleri ve foton ile indüklenmiş fotoakustik dalga tekniğinin kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırılması.
- Armulescu, C., Dascălu, I. T., Bătăiosu, M., Dăguci, L., Camen, A., Diaconu, O. A., . . . Jana, M. (2021). Irrigants And Different Irrigation Systems In Endodontics—Retrospective Literature. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, 13(1).
- Beer, F., Buchmair, A., Wernisch, J., Georgopoulos, A., & Moritz, A. (2012). Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals—an in vitro study. *Lasers in medical science*, 27, 361-364.
- Boutsoukis, C. (2019). Syringe irrigation revisited. *ENDO*, 13(2), 101-113.

- Boutsoukakis, C., Lambrianidis, T., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P. R., & van der Sluis, L. W. (2010). The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *Journal of endodontics*, *36*(10), 1664-1668.
- Bryce, G., MacBeth, N., Gulabivala, K., & Ng, Y. L. (2018). The efficacy of supplementary sonic irrigation using the EndoActivator® system determined by removal of a collagen film from an ex vivo model. *International endodontic journal*, *51*(4), 489-497.
- Bukhari, S., & Babaeer, A. (2019). Irrigation in endodontics: a review. *Current Oral Health Reports*, *6*, 367-376.
- Caron, G. (2007). Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM study. *Paris: Paris VII University*.
- Cheung, A. W. T., Lee, A. H. C., & Cheung, G. S. P. (2021). Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review. *Restorative Dentistry & Endodontics*, *46*(1).
- Darcey, J., Jawad, S., Taylor, C., Roudsari, R. V., & Hunter, M. (2016). Modern endodontic principles part 4: irrigation. *Dental update*, *43*(1), 20-33.
- De-Deus, G., Zehnder, M., Reis, C., Fidel, S., Fidel, R. A. S., Galan Jr, J., & Paciornik, S. (2008). Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *Journal of endodontics*, *34*(1), 71-75.
- de Gregorio, C., Estevez, R., Cisneros, R., Paranjpe, A., & Cohenca, N. (2010). Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *Journal of endodontics*, *36*(7), 1216-1221.
- Del Pozo, J., & Patel, R. (2007). The challenge of treating biofilm-associated bacterial infections. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, *82*(2), 204-209.
- Do, Q. L., & Gaudin, A. (2020). The efficiency of the Er: YAG laser and photoinduced photoacoustic streaming (PIPS) as an activation method in endodontic irrigation: a literature review. *Journal of lasers in medical sciences*, *11*(3), 316.
- Donnermeyer, D., Wyrsh, H., Bürklein, S., & Schäfer, E. (2019). Removal of calcium hydroxide from artificial grooves in straight root canals: sonic activation using EDDY versus passive ultrasonic irrigation and XPendo Finisher. *Journal of endodontics*, *45*(3), 322-326.
- Ekim, Ş. A., & Erdemir, A. (2015). Endodontide İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, *25*, 98-104.
- Galler, K., Grubmüller, V., Schlichting, R., Widbiller, M., Eidt, A., Schuller, C., . . . Buchalla, W. (2019). Penetration depth of irrigants into root dentine af-

- ter sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *International endodontic journal*, 52(8), 1210-1217.
- Goldman, M., Kronman, J. H., Goldman, L. B., Clausen, H., & Grady, J. (1976). New method of irrigation during endodontic treatment. *Journal of endodontics*, 2(9), 257-260.
- Görür, S. M. Türkiyede endodontistler tarafından endodontik tedavide tercih edilen materyal, yöntem ve tedavi protokolünün belirlenmesi.
- Gu, L.-s., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of endodontics*, 35(6), 791-804.
- Guivarc'h, M., Ordioni, U., Ahmed, H. M. A., Cohen, S., Catherine, J.-H., & Bukiet, F. (2017). Sodium hypochlorite accident: a systematic review. *Journal of endodontics*, 43(1), 16-24.
- Gündoğar, M., Sezgin, G. P., Kaplan, S. S., Özyürek, H., Uslu, G., & Özyürek, T. (2021). Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. *Odontology*, 109, 385-392.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British dental journal*, 216(6), 299-303.
- Hülsmann, M., Peters, O. A., & Dummer, P. M. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*, 10(1), 30-76.
- Kanter, V., Weldon, E., Nair, U., Varella, C., Kanter, K., Anusavice, K., & Pileggi, R. (2011). A quantitative and qualitative analysis of ultrasonic versus sonic endodontic systems on canal cleanliness and obturation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112(6), 809-813.
- Keir, D. M., Senia, E. S., & Montgomery, S. (1990). Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *Journal of endodontics*, 16(7), 323-327.
- Kiran, S., Prakash, S., Siddharth, P. R., Saha, S., Geojan, N. E., & Ramachandran, M. (2016). Comparative evaluation of smear layer and debris on the canal walls prepared with a combination of Hand and Rotary ProTaper technique using scanning Electron microscope. *J. Contemp. Dent. Pract*, 17, 574-581.
- Kirar, D. S., Jain, P., & Patni, P. (2017). Comparison of different irrigation and agitation methods for the removal of two types of calcium hydroxide medicaments from the root canal wall: an in-vitro study. *Clujul Medical*, 90(3), 327.
- Lin, J., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2013). A comparative study of biofilm removal with hand, rotary nickel-titanium, and self-adjusting file instrumentation using a novel in vitro biofilm model. *Journal of endodontics*, 39(5), 658-

663.

- Ma, J., Wang, Z., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2011). A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *Journal of endodontics*, 37(10), 1380-1385.
- Mandras, N., Pasqualini, D., Roana, J., Tullio, V., Banche, G., Gianello, E., . . . Alovisi, M. (2020). Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on root canal disinfection and post-operative pain: A randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 9(12), 3915.
- Metzger, Z., Solomonov, M., & Kfir, A. (2013). The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endodontic topics*, 29(1), 87-109.
- Metzger, Z., Teperovich, E., Zary, R., Cohen, R., & Hof, R. (2010). The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy—a new concept of endodontic files and its implementation. *Journal of endodontics*, 36(4), 679-690.
- Molina, B., Glickman, G., Vandrangi, P., & Khakpour, M. (2015). Evaluation of root canal debridement of human molars using the GentleWave system. *Journal of endodontics*, 41(10), 1701-1705.
- Neuhaus, K. W., Liebi, M., Stauffacher, S., Eick, S., & Lussi, A. (2016). Antibacterial efficacy of a new sonic irrigation device for root canal disinfection. *Journal of endodontics*, 42(12), 1799-1803.
- Nielsen, B. A., & Baumgartner, J. C. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of endodontics*, 33(5), 611-615.
- Oliveira, L. V., Maia, T. S., Zancoppe, K., Menezes, M. d. S., Soares, C. J., & Moura, C. C. G. (2018). Can intra-radicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Brazilian oral research*, 32.
- Oswal, P., Martande, S. S., & Shenvi, S. (2020). To Evaluate the Efficacy of New Brush Covered Irrigation Needle in Removing Root Canal Debris In Vitro: A Scan-ning Electron Microscopy Study. *Int J Dentistry Oral Sci*, 7(12), 1211-1215.
- Peters, O. A., Bardsley, S., Fong, J., Pandher, G., & DiVito, E. (2011). Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *Journal of endodontics*, 37(7), 1008-1012.
- Peters, O. A., Peters, C. I., & Basrani, B. (2018). Cleaning and Shaping the Root Canal System. In K. M. Hargreaves & L. H. Berman (Eds.), *Cohen's Pathways of the Pulp* (11th ed., pp. 209-280). St. Louis: Elsevier Inc.
- Peters, O. A., Schönenberger, K., & Laib, A. (2001). Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*, 34(3), 221-230.
- Ragul, P., Dhanraj, M., & Jain, A. R. (2018). Irrigation technique used in cleaning and shaping during endodontic treatment—A review. *Drug Invent Today*,

10(5), 739-743.

- Ricardo, S., & Nursasongko, B. (2016). Comparison of Apical Third Cleanliness of Smear Layer Using Endoactivator® and Vibringe®. *Journal of International Dental & Medical Research*, 9(3).
- Rôças, I. N., Provenzano, J. C., Neves, M. A., & Siqueira Jr, J. F. (2016). Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. *Journal of endodontics*, 42(6), 943-947.
- Rödig, T., Bozkurt, M., Konietschke, F., & Hülsmann, M. (2010). Comparison of the Vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *Journal of endodontics*, 36(8), 1410-1413.
- SA, F. D. (2016). The XP-endo Finisher file brochure. In: Cited.
- Sağlam, B. C., Hazar, E., Koçak, M., Koçak, S., & Türker, S. A. The Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation and XP-Endo Finisher After Post Space Preparation. *Selcuk Dental Journal*, 8(2), 407-411.
- Salas, H., Castrejon, A., Fuentes, D., Luque, A., & Luque, E. (2021). Evaluation of the penetration of CHX 2% on dentinal tubules using conventional irrigation, Sonic Irrigation (EDDY) and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) techniques: an in vitro study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(1), e37.
- Schoop, U., Kluger, W., Dervisbegovic, S., Goharkhay, K., Wernisch, J., Georgopoulos, A., . . . Moritz, A. (2006). Innovative wavelengths in endodontic treatment. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, 38(6), 624-630.
- Setlock, J., Fayad, M. I., BeGole, E., & Bruzick, M. (2003). Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: a comparative scanning electron microscope study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96(5), 614-617.
- Siqueira Jr, J., Pérez, A., Marceliano-Alves, M., Provenzano, J., Silva, S., Pires, F., . . . Alves, F. (2018). What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *International endodontic journal*, 51(5), 501-508.
- Siqueira Jr, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of endodontics*, 34(11), 1291-1301. e1293.
- Susila, A., & Minu, J. (2019). Activated irrigation vs. conventional non-activated irrigation in endodontics—A systematic review. *European endodontic journal*, 4(3), 96.
- Swimberghe, R., De Clercq, A., De Moor, R., & Meire, M. (2019). Efficacy of

- sonically, ultrasonically and laser-activated irrigation in removing a bio-film-mimicking hydrogel from an isthmus model. *International endodontic journal*, 52(4), 515-523.
- Tay, F. R., Gu, L.-s., Schoeffel, G. J., Wimmer, C., Susin, L., Zhang, K., . . . Pashley, D. H. (2010). Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *Journal of endodontics*, 36(4), 745-750.
- Thulaseedharan, S., Kabbinala, P., Vallabhdas, A. K., Gowda, V. K. C. N., Chandrashekar, K. S., & Marulappa, R. (2020). In vitro comparative evaluation of effectiveness of sodium hypochlorite with conventional irrigation method versus EndoVac and ultrasonic irrigation in the elimination of *Enterococcus faecalis* from root canals. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 12(Suppl 1), S105.
- Toljan, I., Bago, I., & Anić, I. (2016). Eradication of intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm by passive ultrasonic irrigation and RinsEndo system. *Acta Stomatologica Croatica*, 50(1), 14.
- Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A. A., & Bakland, L. K. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(6), 658-666.
- Townsend, C., & Maki, J. (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *Journal of endodontics*, 35(7), 1040-1043.
- Urban, K., Donnermeyer, D., Schäfer, E., & Bürklein, S. (2017). Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clinical oral investigations*, 21, 2681-2687.
- Van der Sluis, L., Versluis, M., Wu, M., & Wesselink, P. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International endodontic journal*, 40(6), 415-426.
- Vaz-Garcia, E. S., Vieira, V. T. L., Petitet, N. P. d. S. F., Moreira, E. J. L., Lopes, H. P., Elias, C. N., . . . Antunes, H. d. S. (2018). Mechanical properties of anatomic finishing files: XP-Endo Finisher and XP-Clean. *Brazilian Dental Journal*, 29, 208-213.
- Vera, J., Arias, A., & Romero, M. (2012). Dynamic movement of intracanal gas bubbles during cleaning and shaping procedures: the effect of maintaining apical patency on their presence in the middle and cervical thirds of human root canals—an in vivo study. *Journal of endodontics*, 38(2), 200-203.
- Vivan, R. R., Bortolo, M. V., Duarte, M. A. H., Moraes, I. G. d., Tanomaru-Filho, M., & Bramante, C. M. (2010). Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. *Brazilian Dental Journal*, 21, 305-309.
- Walker, T. L., & Carlos, E. (1989). Histological evaluation of ultrasonic and sonic

instrumentation of curved root canals. *Journal of endodontics*, 15(2), 49-59.

Walsh, L. J., & George, R. (2017). Activation of alkaline irrigation fluids in endodontics. *Materials*, 10(10), 1214.

Walters, M. J., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2002). Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *Journal of endodontics*, 28(12), 837-839.

Wang, Z., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2012). Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *Journal of endodontics*, 38(10), 1376-1379.

Wu, M. K., Dummer, P., & Wesselink, P. (2006). Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *International endodontic journal*, 39(5), 343-356.

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of endodontics*, 32(5), 389-398.

Bölüm 10

DİŞ HEKİMLİĞİNDE İNTRAORAL TARAYICILAR

Hilal ŞİRİNER GÜMÜŞ'

1 Dr. Dt., Protez Uzmanı, Özel Klinik, İstanbul, Türkiye. e-mail: hilalsiriner@hotmail.com ORCID ID: 0000-0001-6690-7463

Giriş

Protez, eksik olan vücut uzuvlarının yapay olarak yerine konulmasına yardımcı olan tıbbi aygıtlardır. Diş hekimliğinde uygulanan protezler, herhangi bir sebeple çığneme sisteminde meydana gelen madde kayıplarını fonksiyon, fonasyon ve estetiği göz önünde bulundurarak gidermeyi amaçlamaktadır [1].

Başarılı bir restorasyon üretmek için yapılan işlemlerin en önemlilerinden biri ölçü alma işlemidir. Uygun materyalleri uygun yöntemlerle kullanarak ağız ortamının bir bölümünün negatifinin oluşturulmasına ölçü denilir [2]. Kullanılan ölçü maddeleri ve uygulanan ölçü tekniği restorasyonların başarısını etkiler [3]. Ölçü tekniğinde ve malzeme seçiminde yapılan hatalar; protez ve dayanak (abutment) vidası gevşemesi, pasif uyumun sağlanamaması ve okluzal düzensizlikler gibi protetik komplikasyonlara neden olarak hem implantın hem de protetik restorasyonun başarısını olumsuz etkilemektedir [4].

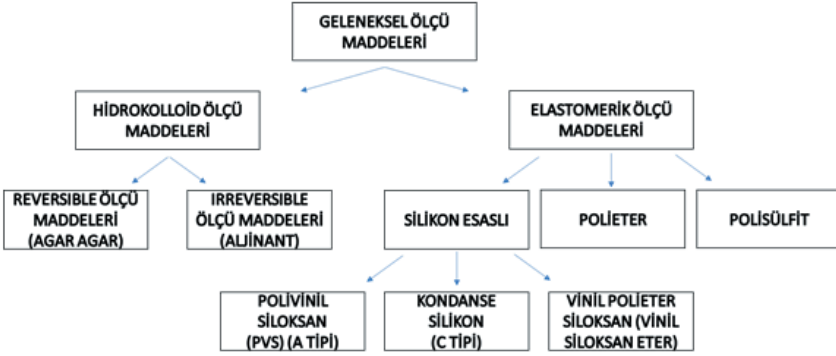
Teknolojinin gelişmesiyle dijital sistemler artık kişisel ve profesyonel yaşamlarımızda oldukça büyük bir yer kaplamaktadır. Bu teknolojilerin kullanılması, tıp ve diş hekimliği alanlarında da etkisini göstermiştir. Hekimler gelişen şartlarda daha etkili ve hızlı tedaviler yaparak hastaların yaşam kalitesinin artmasını sağlamışlardır. Diş hekimliğinde fotoğraflardan hasta kayıtlarına, radyografilerden intraoral taramalara kadar olan dijital tanı sistemi, hasta/ hekim ilişkisini güçlendiren, multidisipliner yaklaşımı zenginleştiren ve uygulanan tedaviyi geliştiren bir yoldur. Bu yenilikçi sistem hastaların daha kısa sürede, daha uzun ömürlü ve daha estetik restorasyonlara sahip olmasını sağlamaktadır. Hekimlerin dijital sisteme olan ilgisi, yeteneği ve becerisi ile her alanında etkili ve verimli çözümler üretilebilmektedir [5].

Diş hekimliği alanındaki CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture) (bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim) uygulamalarının ilk aşamalarında, sistem oral kaviteden doğrudan bir fotoğraf çekiminden elde edilen verilerle restorasyonlar tasarladı ve üretti; ancak kullanımı yaygınlaşmadı çünkü restorasyonun uyumu geleksel olarak üretilenler gibi uyumlu değildi. Daha sonra işlem yapılacak modeli optik ölçü esasına göre tarama yapan yeni bir sistem geliştirildi [6].

Günümüz diş hekimliğinde kullanılan CAD/CAM sistemlerinin gelişiminde 3 kişi öncü olmuştur. Bunlardan ilki 1970'li yıllarda Duret ve Preston'dur. Ağız içinden tarayıcı ile ölçü alıp CAD/CAM ile fonksiyonel kronlar üretmişlerdir. CAD/CAM sistemlerinin gelişiminde çok büyük rol oynayan Sopha sistemini geliştirmişlerdir. İkinci olarak 1980'lerde Morermann ve Brandestini CEREC sistemi geliştirmiştir. Hastadan intraoral

kamera ile ölçü alıp kaviteye uygun restorasyon tasarlayarak klinikte bulunan cihazda seramik bloktan inley üretmişlerdir. Bu durum tek günde restorasyon yapılmasının mümkün olduğunu göstermiştir. Üçüncüsü ise Anderson'dur. Procera sistemini geliştirmiştir. 1980'li yıllarda titanyumun hassas dökümü zorken, Anderson titanyum kopinglerin kıvılcım (spark) erozyon ve CAD/CAM teknolojisi ile üretmek için çalışmalar yapmıştır. Daha sonra bu sistem, tam seramik restorasyonların üretimi için tüm dünyada kullanılabilen ve birbirine internetle bağlı olan bir üretim merkezi haline almıştır [7].

Dijital ölçü tekniklerinin bir çok avantajına rağmen günümüzde hala konvansiyonel teknikler diş hekimleri tarafından oldukça yaygın kullanılmaktadır [1]. Bu ölçü maddeleri şekil 1'de gruplandırılmıştır.



Şekil 1: Ölçü maddelerinin sınıflandırılması

Dijital Taramaların Avantajları

- Zamandan tasarruf sağlar [6, 8]
- Hasta konforu daha yüksektir [8, 9]
- Diş hekiminin; ölçü maddesi, alçı, ölçü kaşığı vb. gibi giderleri yoktur [4, 8]
- Ölçünün dezenfeksiyon sorunu yoktur [6, 10]
- Kusma refleksi olan hastalardan kolaylıkla ölçü alınabilir [4, 6]
- Konvansiyel yöntemler kadar hassastır [8]
- Kesitsel şekilde ya da parça parça incelenebilir. [4]
- Bilgisayar ortamında sanal bir artikülatöre bağlanıp kapanış, planlama yapılabilir [8]

- İnternet üzerinden veri alışverişi sağlanabilir [8]
- Tekrarlanabilir ölçüler alınabilir ya da ölçünün başarısız olduğu lokal bölgeler tekrarlanabilir [6, 8]
- Üç boyutlu modeller uzun süre saklanabilir [2, 8]
- Diş ve dişeti renk tonu kopyalanır [6]
- Çene yüz verileriyle birleştirilebilir [6]
- Diş çürüğü ve çatlaklarının tespiti [6]
- Ölçü alımı sırasında ölçü maddesinde meydana gelebilecek yırtılma ve distorsiyon gibi komplikasyonlar engellenir [4]
- Bazı sistemler renk ve fotoğraf tarama özelliği ile tedavi planlaması esnasında hekime yardımcı olabilecek programlar bulunur [4]
- Tek gün tedavisine imkan sağlar ve geçiciye gerek kalmaz [6]

Dijital Taramaların Dezavantajları

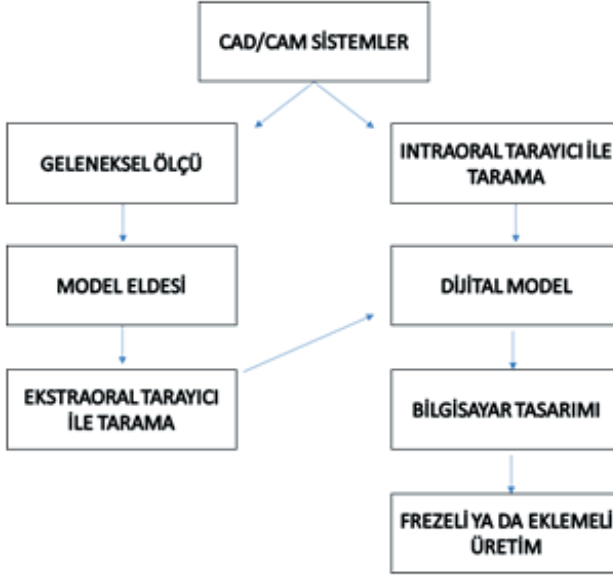
- Dişsiz arkların görüntüsü yakalamakta başarısızlık oluşabilir. Özellikle tarama postları arasındaki mesafe arttıkça ölçüde netlik kaybı yaşanabilir [4]
- Kan ve tükürük gibi oral sıvılar ölçümün kalitesini etkiler [6, 8]
- Kullanımı ve yazılımı öğrenme süreci zor olabilir. Kullanımı için deneyimli bir personel gerekir [4, 6, 8]
- Kapalı sisteme sahip ağız içi tarayıcılar başka sisteme STL formatında bilgi aktarımını engellerler. Bundan dolayı hekimler arası bilgi alışverişi zorlaşabilir [4]
- CAD yazılımı ile uyumlu implant sistemleri için özel tarama postları gerekir [4, 6]
- Maliyetli bir yatırımdır [6].

Diş hekimliğinde kullanılan üç boyutlu tarayıcılar; intraoral ve ekstraoral olmak üzere iki ana grup altında sınıflandırılabilir [8]. CAD-Cam ile yapılan restorasyonların dijital ölçü işleyişi şekil 2'de gösterilmiştir. İntraoral tarayıcılar hastaların dental arka taramak için hasta başında kullanılır; ekstraoral tarayıcılar, diş laboratuvarında modelleri taramak için kullanılır. Her iki tarayıcı türü de CAD yazılımı kullanarak hastanın ağzının dijital bir modelini geliştirir. Sürecin sonunda, CAM teknolojisini kullanan 3D yazıcılar veya freze makineleri ile, seramik, polimer, metal veya diğer malzemeleri kullanarak restorasyonu üretir [11].

CAD/CAM sistemleri için ekstraoral dijital ölçü, 1980'lerde diş laboratuvarı çalışmalarına tanıtıldı, çünkü o zamanlar intraoral dijital ölçüler

için önemli ölçüde koltuk süresi gerekiyordu ve sınırlı doğruluğa sahipti. Ekstraoral ölçülerde, alçılar ekstraoral tarayıcılarla taranır. Veriler dijital olarak saklanır, böylece gerektiğinde internet üzerinden kolayca iletilebilir. Bu nedenle, CAD/CAM sistemleri artık klinik olarak pratiktir [12].

Dental ekstraoral laboratuvar tarayıcıları, dental modellerin dijitalleştirilmesi için kullanılır. Bu tür tarayıcılar, lazer tarama ve ışık tarama cihazlarını içerirler. Lazer tarama cihazları tek boyutlu bir çizgi modeli kullanırken ışık tarama cihazları iki boyutlu bir ışık modeli kullanır. Çeşitli çalışmalar, dental ekstraoral laboratuvar tarayıcılarının klinik olarak kabul edilebilir doğruluğa sahip olduğunu göstermiştir. Bazı yayınlar, dental ekstraoral laboratuvar tarayıcılarının kullanımıyla elde edilen dijital dental modellerin intraoral tarayıcılardan daha yüksek hassasiyete sahip olduğunu değerlendirmiştir [13].



Şekil 2: CAD/CAM sistemlerinde kullanılan dijital ölçülerin şematize edilmesi

İntraoral bir tarayıcı, CAD/CAM teknolojilerinin kullanımından önce dental arklar hakkında veri toplar. İntraoral tarayıcıları kullanan mevcut dijital ölçü teknikleri, dayanakları doğru bir şekilde tarayabilir ve bir bilgisayar ekranının kullanımıyla, dental model üretmeden diş restorasyonlarının gereksinimlerini karşılayabilir [12]. İntraoral tarayıcılar (IOS'lar), dental arkların optik bir izlenimini elde eden güçlü cihazlardır ve hastalar tarafından bazen hoş karşılanmayan ölçü kaşıkları ile uygulanan geleneksel tekniklerin yerini alabilir. IOS'ler teşhis ve çalışma modellerinin elde edilmesi, sabit protezler, implant cerrahisinde rehber plaklar ve ortodonti

gibi alanlarda geniş uygulamaları ile diş hekimliğinde yayılmaktadır [14].

Bir intraoral tarayıcı tarafından yapılan bir optik izlenim, hedef dişlerin veya diş etlerinin yüzey şeklinin doğrudan hastanın ağzında optik olarak ölçülmesini içerir. Dayanak dişin yüzey formu, diş eti şekli, karşıt diş veya diş oklüzyon durumu gibi 3B model verileri sağlar. Yakalanan verilerin işlenmesine yönelik ilkeler şunları içerir: üçgenleme yöntemi, konfokal görüntüleme ve wavefront (dalga cephesi) örnekleme yöntemi. Ayrıca, en yeni modellerin birçoğu renkli görsel ağız içi görüntüler sağlar; ancak bazı tarayıcılar, tarama işlemlerinde ölçüm hedefinin üzerine püskürtülen toz kullanır [6].

Ölçünün doğruluğu, restorasyonun kesin sonucunu yansıtır. Restorasyonun kötü adaptasyonu sekonder çürükler ve periodontal hastalık gibi komplikasyonlara neden olabileceğinden marjinal boşluk klinik olarak 120 µm'den az olmalıdır. Bu değer restorasyonların ömrünü uzatmak için kabul edilebilir boşluktur. Bu nedenle, IOS'ler, diş yüzeyinin en küçük ayrıntılarını dijital bir modelde yeniden üretebilmelidir. Ayrıca, hassas ve iyi oturan bir protez üretimi için, görüntü alımından elde edilen şekil ve boyut gibi bilgiler, 3 boyutlu (3D) verilere dönüştürülürken de bozulmamalıdır [15].

2015'teki International Dental Show (IDS) ticaret fuarında, 20'den fazla şirket yeni IOS serisini piyasaya sürdü. Ayrıca, çubuğun (tarama ucunun) minyatürleştirilmesi ve ağırlığının azaltılması, tarama hızının artırılması, görüntü çözünürlüğünün artırılması ve görüntüleme yazılımı gibi son teknolojik gelişmeler modelsiz bir restorasyon sürecinin oluşturulmasına katkıda bulunmuştur. Bu gelişmiş IOS'lerin klinik uygulaması ile gelecekte diş tedavisinde ciddi bir evrim beklenmelidir [6].

Kullanılan Tarayıcılarla Dijital Kayıt Oluşturmak

Yakalanan tüm görüntüler, sanal model olarak dijital verilere işlenir. Daha sonra taranan modeller CAD yazılımında tasarım ve CAM yazılımında üretim için stereolitografi (.stl) formatında [6], ya da .obj ve .ply formatında, üretici şirketin özel olarak piyasaya sürdüğü formata uygun bilgisayara aktarılmasını sağlar. Taranan modeller herhangi bir CAD sisteminde “.stl ve .ply” formatlarında dizayn edilebilir. Bir makinenin üretim yapabilmesi için, tasarlanan modelin dosya uzantısını tanınması gerekir. Malesef bazı şirketler bu yazılım sistemlerinin kaynak kodunu kapalı tutmaktadır. Bu sebeple üretim tek bir cihazda yapılır. Evrensel olarak üç boyutlu tarayıcıların kayıt formatı.stl ve .ply olarak geçmektedir. Bu yüzden .stl ve .ply formatlarından birini kullanan sistemlere “açık sistemler”, kullanmayanlara ise “kapalı sistemler” denilmektedir [8].

İntraoral Tarayıcıların Sınıflandırılması

Toz kullanma gereksinimi: Bazı tarayıcılar ışığın kırılmasını ve yanlış yansımaları engellemek için toz ya da sprey kullanımını önermişlerdir. Toz

kullanımı daha zayıf sonuçlar vereceği anlamına gelmez fakat uygulaması külfetli bir işlemdir [16].

Tek görüntü ve video dizisi: Tek görüntülerin veya sürekli video dizisinin kullanıldığı görüntüleme modu, ağız içi tarayıcıların sınıflandırılmasında bir başka kriterdir. Video modunun temel olarak tek görüntülerin "daha hızlı" kaydından ibarettir. Bununla birlikte, tek görüntülü sistemlerin, örneğin kadrans taramaları daha yüksek kayıt hızına sahiptir. Fakat, bir video dizisi sistemi, tam ark taramalarının işlenmesinde kesinlikle daha avantajlıdır. Bununla birlikte, birkaç ayrı görüntünün doğru şekilde eşleştirilmesi gerektiğinden, bir video sekansı aynı zamanda doğruluk açısından daha büyük bir zorluk teşkil eder [16].

Monokrom ve Gerçek renkler: Ağız içi tarama sistemlerindeki beklenti net bir şekilde gerçek rengi görmektir. Böyle bir renk gösterimi sayesinde dişeti farklılaşmaları, diş renklemeleri gibi bilgiler elde edilerek hasta iletişimi bağlamında kullanılabilir. Diş renginin doğrudan dijital taramada belirlenmesine izin veren ağız içi tarama sistemi halihazırda mevcuttur ve böylece doğru diş rengi restorasyonunun objektif ve aynı zamanda hızlı bir şekilde belirlenmesini sağlar [16].

Açık veya kapalı sistem: Açık bir CAD / CAM sistemi, CAD / CAM sürecinde ilgili aracı tarafından oluşturulan dijital veri kayıtlarının diğer üreticilerin programları tarafından da okunabilmesi ve kullanılabilmesi ile karakterize edilir. STL dosya formatı bunun için bir temel teşkil eder. STL formatı, farklı boyutlardaki üçgenlerden oluşan bir 3D gövdenin yüzeyini tanımlar. Ancak birçok üretici, STL dosyalarını başka formatlara kodlar ve böylece dosyaları yalnızca özel yazılıma uyumlu hale getirir. Bu sistemlere de kapalı sistemler denilir [16].

Tarayıcılarda Doğruluk, Gerçeklik ve Hassasiyet

Bir IOS'un sahip olması gereken ana özellik doğruluktur: bir tarayıcı doğru bir izlenimi algılayabilmelidir. Mühendislikte doğruluk, 'ölçülen bir nicelik değeri ile bir ölçülenin gerçek nicelik değeri arasındaki değerlerin yakınlığı' olarak tanımlanır [17].

Nihayetinde doğruluk, gerçeklik ve hassasiyetin toplamıdır. Gerçeklik, tarayıcının gerçek forma mümkün olduğunca yakın bir 3D rekonstrüksiyon sağlama yeteneğini ifade eder ve hassasiyet, "belirli koşullar altında aynı nesnelere üzerinde tekrarlanan ölçümlerle elde edilen göstergeler veya ölçülen nicelik değerleri arasındaki uyumun yakınlığı" olarak tanımlanır [18]. İdeal olarak, bir IOS yüksek gerçekliğe sahip olmalıdır (gerçeği mümkün olduğu kadar yakından eşleştirebilmelidir). Bu nedenle, herhangi bir izlenim ayrıntısını algılayabilmeli ve gerçek modele mümkün olduğunca benzer bir sanal 3D modelin oluşturulmasına izin vermelidir. Ayrıca

gerçeklikten çok az sapma olmalı veya hiçbir sapma olmamalıdır.

Bir IOS'nin gerçekliğini hesaplamının tek yolu, taramalarını güçlü bir endüstriyel makine (endüstriyel optik tarayıcı, koordinat ölçüm makinesi) ile elde edilen bir referans tarama ile örtüştürmektir. Bu görüntülerin/modellerin üst üste bindirilmesinden sonra, IOS yüzeyleri ile referans model arasındaki mesafeleri/farklılıkları mikrometrik düzeyde gösteren kolorimetrik haritalar oluşturmak için güçlü bir mühendislik yazılımı kullanılabilir. Aynı IOS ile farklı zamanlarda alınan farklı taramalar/modeller üst üste bindirilerek ve mesafeler/farklar tekrar mikrometrik düzeyde değerlendirilerek hassasiyet daha kolay hesaplanabilir.

Teknik olarak, bir IOS yüksek gerçekliğe ancak düşük hassasiyete sahip olabilir veya tam tersi olabilir. Her iki durumda da, optik ölçüler tatmin edici olmayacaktır ve iş akışını olumsuz yönde etkileyecektir. Gerçeklik ve hassasiyet, tarayıcının en zor görevi yapan yani 3D sanal modelleri oluşturan yazılımına bağlıdır. Elde etme çözünürlüğü, yani bir aletin ölçebileceği minimum fark (yani aletin hassasiyeti) de önemlidir ve tarayıcının içindeki genellikle çok güçlü olan kameralara bağlıdır [19].

Taramanın doğruluğunu; seçilen IOS teknolojisi, kalibrasyon, kullanım ve öğrenme, tarama koşulları, yüzey özellikleri, tarama protokolleri ve gerçekleştirilen işleme yöntemleri dahil olmak üzere farklı faktörler etkiler [20].

Bugüne kadar, bilimsel literatür, optik ölçülerin doğruluğunun klinik olarak tatmin edici olduğunu ve tek diş restorasyonu ve 4-5 üyeye kadar sabit bölümlü protezler durumunda geleneksel ölçülerin doğruluğuna benzer olduğunu düşünmektedir. Aslında, bu tür kısa boşluklu restorasyonlar için optik ölçülerle elde edilen doğruluk, geleneksel ölçülerle elde edilenlerle karşılaştırılabilir. Bununla birlikte, 5'ten fazla üyeli kısmi sabit protezler, doğal dişler veya implantlar üzerindeki tam ark protezleri gibi uzun boşluklu restorasyonlar durumunda optik ölçüler, geleneksel ölçülerle aynı doğruluğa sahip görünmemektedir. Tüm dental arkın ağız içi taraması sırasında ortaya çıkan hata, geleneksel ölçülerin hala endike olduğu uzun açıklıklı restorasyonların üretimi ile uyumlu görünmemektedir.

Bununla birlikte, en yeni nesil tarayıcılar, tam kemer ölçülerinde çok düşük hatalarla karakterize edilirler. Üreticiler çok sık yeni güçlü yazılımlar yayınlıyor fakat bilimsel bir makalenin hazırlanması ve yayınlanması genellikle zaman aldığından, literatürdeki verilerin eleştirel bir şekilde yorumlanması gerekiyor [19].

Ölçü yöntemlerinin doğruluğu, nihai restorasyonun iç ve dış uyumu için çok önemlidir. 120 μ m'den daha az iç marjinal boşluklar, tek diş restorasyonların uyumu için klinik olarak yeterli olarak tanımlanmıştır. Res-

torasyonun son uyumu değerlendirilirken preparasyonun geometrisi, CAD tasarımı, CAM frezeleme işlemi ve restorasyonun oturması gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Zayıf marjinal uyum, biyofilm birikimini destekleyebilir ve ikincil çürükler, periodontal hastalıklar gibi komplikasyonlara neden olabilir. Zayıf iç adaptasyon, aksiyel retansiyonun kaybolmasına, rotasyonel stabilitesinin kaybolmasına, kırılma dayanımının azalmasına ve interproksimal ve oklüzal kontakların pozisyonlarında yanlışlıklarına neden olabilir [21].

Protetik yapı ile destekleyici implantlar arasındaki pasif uyum, daha sonraki mekanik ve biyolojik komplikasyonları önlemede ve dolayısıyla implant destekli protetik tedavilerin uzun vadeli başarısında anahtar faktör olarak kabul edilir. Mekanik komplikasyonlar arasında zayıf pasif uyumdan kaynaklanan çekme, sıkışma ve bükülme kuvvetleri vidanın gevşemesine veya kırılmasına, elverişsiz hareketlere, protezin kırılmasına ve hatta implantın kırılmasına neden olur. Mikroorganizmaların birikmesine sebep olan protez ile implant arasındaki kötü uyumdan kaynaklanan boşluk ise biyolojik komplikasyonlara neden olur.

Çeşitli yazarlar, özellikle birkaç implantla desteklenen tam ark ve kısmi restorasyonlarda, protez üretim sürecinde yer alan adımların sayısı nedeniyle mutlak pasif uyum elde etmenin neredeyse imkansız olduğuna dikkat çekmiştir. Bununla birlikte, gelecekte komplikasyonlara yol açmadan tolere edilebilecek küçük bir hata payı vardır. Dolayısıyla pasif uyum, uzun vadeli klinik komplikasyonlara yol açmayan uyum düzeyi olarak tanımlanır. Bazı yazarlar kabul edilebilir maksimum uyum eksikliğinin 150 µm olduğunu iddia ederken, diğerleri sınırı 60 µm olarak koymaktadır. Bazıları ise implantların kemikte maksimum 50 µm hareketlilik sunduğunu, bu nedenle bu değer her bir implant/restorasyon kompleksi için maksimum uyum mesafesi olarak kabul edilebileceğini iddia etmektedir [22].

Dijital Ölçü Sistemlerinin Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon İşlemleri

Protetik restorasyonlar yapılırken alınan geleneksel ölçüler ve protezler klinik ile laboratuvar arasında sürekli transfer edilirler. Bu durum diş hekimlerinin, diş teknisyenlerinin, yardımcı personellerin ve hastaların tükürük ve kan gibi enfektif materyaller ile bulaşabilen mantar, bakteri ve virüs gibi organizmaların sebep olduğu çapraz enfeksiyon riskini arttırmaktadır.

Yapılan çalışmalar protetik rehabilitasyon sürecinde hastadan geleneksel yöntemlerle alınan ölçülerin ve oluşturulan alçı modellerin, hastalarla laboratuvarında çalışanlar arasında oluşabilecek çapraz enfeksiyona işaret etmektedir. Dezenfekte edilmeyen ölçülerden birçok mikroorganizma izole edilmektedir. Bu enfektif mikroorganizmalar geleneksel ölçülerin yüzeylerinde ve andırkat alanlarında bulunabilmektedirler. Mikroorganiz-

maların miktarı ölçü alındıktan sonra gitgide azalmaktadır. Geleneksel ölçüler su ile yıkandığı zaman mevcut enfektif mikroorganizma miktarında azalma olduğu görülmüştür. Fakat geleneksel ölçülerden elde edilen alçı modellerde de mikroorganizma tespit edilmiştir [10].

İntraoral ölçü alırken kullanılan tarayıcı uç genellikle tükürük ve kanla kontamine olabilmektedir. Bu tarayıcı uçların dezenfeksiyon ve sterilizasyonu üretici firmanın talimatlarına göre yapılır.

Bazı firmalar hızlı etkili ve geniş spektrumlu dezenfektanların kullanılmasını önerirken bazıları ise %60-70 alkol içerikli olanların kullanılmasını önermektedir. Uç kısmın hasarını önlemek için ise amonyak veya klorür bazlı solüsyonların, aseton ve oksitleyici solüsyonların kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Bazı tarayıcı uçlara dezenfeksiyon işleminin yanı sıra buhar sterilizasyonu veya kuru ısı sterilizasyonu uygulanabilir. Bunlara alternatif olarak tek kullanımlık kılıflar hatta bazı markalarda ise tek kullanımlık tarayıcı uçlar mevcuttur [10].

Mevcut İntraoral Tarayıcılar

Diş hekimliğinde kullanılan birçok intraoral tarayıcı bulunmaktadır. Bunların marka ve modelleri aşağıda listelenmiştir. Bazısı toz kullanımı gerektirir bazısının ise kablosuz kullanılabilme özelliği vardır. Bazılarının sistemlerin kendi bünyesinde ofis tipi freze cihazları mevcuttur bazılarının şu an için klinik kullanımı yoktur. Teknolojinin hızla ilerlemesiyle her geçen gün yeni özelliklere sahip yeni ürünler piyasaya çıkmaktadır.

1. CEREC® Sirona Dental System GmbH (Almanya)

- Omnicam®

- Primescan AC®

2. Trios® (3SHAPE A/S ,Danimarka)

- Trios 3®

- Trios 4®

3. ITero® (Cadent Ltd, İsrail)

- Element 1® , Element 2® ve Element Flex®

- Element 5D®

4. E4D (D4d Technologies, Llc, ABD)

5. Medit i500® (Medit, Seoul, Kore)

6. CS 3500®- CS 3600®- CS 3700® (Carestream, A.B.D)

- CS 3500®

- CS 3600®

- CS 3700®

7. Lava™C.O.S (3m Espe, A.B.D)

8. Dental Wings® (Kanada)

- Dwio®

- Virtuo Vivo TM

9. MIA3d™ (Densys3D Ltd, İsrail)

10. Emerald® (Planmeca, Finlandiya)

- Emerald S ® ve Emerald ®

- PlanScan ®

11. Zfx™ IntraScan (Zimmer Biomet, Almanya)

12. EzScan® (Vatech, Kore)

13. KaVo X Pro™ (Kavo Dental, Almanya)

14. Fussen (Çin)

15. True Definition™, (Midmark Corp, A.B.D)

16. AADVA® (GC, U.K)

- IOS 100P®

- IOS 200®

KAYNAKÇA

1. Şahan M H, Kümbüloğlu Ö. (2022). Ölçüde Dijital Dönüşüm. *EÜ Dişhek Fak Derg.*, 43(Supp: Özel Sayı), 27-34.
2. Şen N. (2020). Farklı dijital ölçü sistemlerinin dental implantın ölçü netliğine etkisinin değerlendirilmesi. *EÜ Dişhek Fak Derg.*, 41(2), 77-82.
3. Çağlar İ, Duymuş Z Y, Ateş S. (2015). Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü. *J Dent Fac Atatürk Uni.*, 25, 135-140.
4. Kiraz M S, Çevik P. (2022). İmplant Üstü Protezlerde Konvansiyonel ve Dijital Ölçü Teknikleri. *Selcuk Dent J.*, 9(1), 268-277.
5. Akarçay Ç, Güzel K U. (2021). İnteraoral Tarayıcı ve Cad/Cam Sistemlerinin Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları. *Journal of Clinical Sciences*, 11(1),78-84.
6. Suese K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dental Materials Journal*, 39(1), 52-56.
7. Çelik G, Üşümez A, Sarı T. (2013). Bilgisayar destekli diş hekimliği ve güncel CAD/CAM sistemleri. *Cumhuriyet Dent J.*, 16(1), 74-82.
8. Bakıç H, Kocacıklı M, Korkmaz T. (2021). Diş Hekimliğinde Güncel İnteraoral Tarayıcılar. *J Dent Fac Atatürk Uni.*, 31(2), 289-304.
9. Yağcı F. (2021). Dijital diş hekimliği hakkında bilgi kaynağı olarak YouTube'un değerlendirilmesi. *Selcuk Dent J.*, 8(2), 296-302.
10. Cengiz S, Olcay F A. (2021). Geleneksel ve Dijital Ölçülerin Dezenfeksiyon ve Sterilizasyon İşlemleri. *Dental And Medical Journal*. 3(2),52-65.
11. Villaumbrosia P G, et al. (2016). In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent.*, 116(4),543-550. e1.
12. Takeuchi Y, et al. (2018). Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *Journal of Oral Science*, 60(1),1-7.
13. Zotti F, et al. (2022). Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners? *Dent. J.*, 10(2),24.
14. Mangano F G, et al. (2019). Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*,19(1),1-14.
15. Kim R J Y, Park J M, Shim J S. (2018). Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: A qualitative and quantitative evaluation. *J Prosthet Dent.*, 120(6), 895-903. e1.
16. Zimmermann M. (2017). Intraoral scanning systems: purchase decisions and system overview. *Zurich Open Repository and Archive*, 2017(1),6-14.

17. Güngör B E, Yılmaz M, and Çelikkol O. (2022). İnteraoral Tarayıcılarda Doğruluk. *Aydın Dental*, 8(2),123-141.
18. Piedra-Cascón W, et al. (2020). Accuracy (trueness and precision) of a dual-structured light facial scanner and interexaminer reliability. *J Prosthet Dent.*, 124(5),567-574.
19. Mangano F, et al. (2017). Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1),1-11.
20. Revilla-León M, et al. (2020). Clinical study of the influence of ambient light scanning conditions on the accuracy (trueness and precision) of an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontics*, 29(2), 107-113.
21. Zimmermann M, Ender A, and Mehl A. (2020). Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. *JADA*, 51(2), 127-135.
22. Albanchez-González M I, et al. (2022). Accuracy of digital dental implants impression taking with intraoral scanners compared with conventional impression techniques: a systematic review of in vitro studies. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(4), 2026.

Bölüm 11

KORUYUCU DIŞ HEKİMLİĞİNDE PİT VE FİSSÜR ÖRTÜCÜLER

İsmail Sefa ÇAKIR¹, Ebru HAZAR BODRUMLU²

1 Araş Gör. Dt. İsmail Sefa Çakır, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0003-2464-5068

2 Doç. Dr. Ebru HAZAR BODRUMLU, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000-0002-3474-5583

GİRİŞ

Oral bölgede en sık görülen diş çürüğü ve dişeti rahatsızlıkları gibi hastalıkların oluşmadan önce önlenmesini sağlayan uygulamalara koruyucu diş hekimliği uygulamaları denilmektedir. Koruyucu diş hekimliği uygulamaları arasında ağız hijyeni eğitimleri, topikal veya sistemik flor uygulamaları, antibakteriyel ve remineralizasyon ajanların kullanımı, pit ve fissür örtücü uygulamaları, lazer ve ozon uygulamaları yer almaktadır (Hyatt, 1928) Koruyucu diş hekimliği uygulamalarından fissür örtücü uygulaması dişlerin okluzal yüzeylerindeki çürükleri önlemede en sık kullanılan yöntem olarak bilinmektedir (Wright, Tampi vd, 2016).

Dişlerin okluzalindeki pit ve fissür boşluklarına yerleştirilen materyallere pit ve fissür örtücü adı verilmektedir. Fissür örtücüler bu bölgelerde çürüğe neden olan karyojenik bakterilerin, bakteri besinlerinin bölgeye tutunmasını ve birikmesini engelleyerek dişte çürük oluşumunu engellemektedir (R. J. J. P. d. Simonsen, 2002).

Dişlerin okluzal bölgelerinin uygun bir materyalle kapatılmasının çürük lezyon oluşumunu engelleyebileceği fikri ilk olarak 18. yüzyıl başında ortaya atılmıştır (Ünlügenç ve Bolgöl, 2019). 1895 yılında Wilson tarafından çinko fosfat siman kullanılarak ilk pit ve fissür uygulaması yapılmıştır (Feigal ve Donly, 2006). Pit ve fissür çürüklerinin şiddetini ve görülme sıklığını azaltmak için 1920'lerde farklı teknikler geliştirilmiştir. 1924 yılında Thaddeus Hyatt, pit ve fissür çürüklerinin şiddetini ve görülme sıklığını azaltmak amacıyla profilaktik restorasyonları önermiştir. Bu uygulama dişlerin okluzal yüzeylerinin Sınıf I kaviteler açılarak amalgam ile restore edilmesini içermektedir (Hyatt, 1928; Ünlügenç ve Bolgöl, 2019). Bodecker 1929 yılında Hyatt'a göre daha konservatif bir yaklaşım önererek pit ve fissürlerin ince uçlu bir sond yardımıyla temizlenerek içlerine fosfat siman yerleştirilmesini desteklemiştir (Arhakis, Damianaki ve Toumba, 2007). Buonocore 1955 yılında pit ve fissür örtücülerin tutuculuğunu arttırmak amacıyla minenin asitlenmesi gerektiğini ve asitleme sonucu oluşan bu mikroboşluklara rezin materyalin koyulması gerektiğini savunmuştur (M. G. J. J. o. d. r. Buonocore, 1955). 1967 yılında Buonocore ve Cueto tarafından, dişlerin okluzal bölgeleri asitlenip siyonoakrilat kullanılarak kapatılmış ve böylelikle fissür örtücünün klinik olarak ilk uygulamaları gözlenmiştir (Cueto ve Buonocore, 1967). Fakat siyonoakrilat materyalinin ağız ve deri mukozasında toksik etki oluşturması, nemli ortamda bozulmaya uğraması, uygulamanın kolay olmaması, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin kötü olması gibi sebeplerle kullanımlarından kaçınılmıştır (Ünlügenç ve Bolgöl, 2019).

Kent ve Wilson 1972 yılında cam iyonomer simanların formülünü oluşturarak, diş hekimliğinde dişlere kimyasal olarak bağlanabilen yeni bir

materyal olarak kullanılmasını sağlamışlar (A. D. J. B. D. J. Wilson, 1972). 1996 yılında ise Wilson ile Mc Lean tarafından cam iyonomer siman fissür örtücü materyali olarak ilk defa kullanılmıştır (McLean ve Wilson, 1974). Ancak cam iyonomer simanların aşınma ve kırılma dirençlerinin zayıflığı, neme karşı hassas olması gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır. Cam iyonomerin bu olumsuz özelliklerini elimine etmek için simanın içerisine rezin materyali katılarak, kompomer ve rezin modifiye cam iyonomerler ortaya çıkarılmıştır (Gungor, Altay ve Alpar, 2004). 1960'lı yıllarda Bis-fenol A glisidil metakrilat rezinler (Bis-GMA) geliştirilmiş, restoratif işlemlerde kullanılmış ve başarılı sonuçlara ulaşılmıştır. 1970 yılında Buonocore tarafından yayınlanan makalede, Bis-GMA içerikli ve ultraviyole ışık kullanımıyla aktive olan rezin içerikli pit ve fissür örtücü materyalinden ilk defa bahsedilmiştir (M. J. T. J. o. t. A. D. A. Buonocore, 1970). 1980 yıllarında ise Amerikan Diş Hekimliği Birliği tarafından Bis-GMA rezin esaslı pit ve fissür örtücü materyalinin kullanımı onaylanmıştır (Ünlügenç ve Bolgöl, 2019).

Fissür Örtücülerin Endikasyonları

Günümüzde araştırmacıların farklı kriterleri dikkate almaları nedeniyle pit ve fissür örtücü endikasyonlarında tam olarak fikir birliği sağlanamamıştır. Fakat İngiliz ve Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Dernekleri tarafından yayınlanan rehberlerde, pit ve fissür örtücü endikasyonu verilirken; diş seçiminin, hasta seçiminin ve fissür örtücü uygulanma zamanının temel alınması gerektiği vurgulanmıştır (Welbury, Raadal ve Lygidakis, 2004).

Fissür örtücü uygulamalarında hasta seçimi değerlendirilirken; hastanın yaşı, hastanın genel sağlık durumu, çürük riski ve çürük aktivitesi dikkate alınması gereken temel faktörlerdir. Zihinsel veya fiziksel engeli bulunan, öğrenme konusunda güçlük yaşayan, sistemik olarak değerlendirildiğinde sağlıklı bulunmayan çocukların daimi dişlerinin tüm pit ve fissürlerine fissür örtücü uygulaması yapılması önerilmektedir (Welbury vd., 2004). Yüksek çürük riski bulunan çocukların süt dişlenme zamanında birinci daimi molar dişleri sürer sürmez bu dişlere fissür örtücü uygulamasının gerekli olduğu ayrıca bu yüksek çürük riskine sahip çocukların herhangi bir daimi birinci molar dişinde okluzal yüzey çürüğü gözlemlendiği durumlarda diğer bütün daimi molar dişlerine fissür örtücü uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Süt dişlerinde çürük lezyonu görülmeyen çocukların birinci daimi büyük azı dişlerine fissür örtücü uygulaması yapılmasının gerekli olmadığı da öne sürülmektedir (Beauchamp vd., 2008).

Süt molar dişlerinde 3-4 yaş, daimi birinci molar dişlerinde sürmeyi takiben 6-7 yaş, premolar dişlerde 10-11 yaş, daimi ikinci molar dişlerinde ise 12-13 yaşlar fissür örtücü uygulaması için uygun dönemler olarak bildirilmektedir. Yapılan çalışmalarda daimi dişlerde çürük oluşumunun di-

şin sürmesini takip eden ilk birkaç sene içinde en yüksek seviyede olduğu rapor edilmiştir. Bu nedenle dişin sürmesinin üzerinden dört yıl geçmişse ve dişte çürük oluşumu yoksa dişlere fissür örtücü uygulamasının gerekli görülmediği bildirilmiştir (Carvalho vd., 2016).

Fissür örtücü uygulamasına karar verilirken hangi dişlere ne şartlarda uygulanması gerektiği de oldukça önemlidir. Pit ve fissür örtücüler daha çok daimi molar dişlerinin okluzal yüzeylerine uygulanmaktadır fakat üst kesici dişlerin singulum bölgesindeki pitler ve alt molar dişlerinin bukkal pitleri ile üst molar dişlerinin palatinal pitleri de göz ardı edilmemelidir (Welbury vd., 2004). Dişlerdeki pit ve fissürlerin morfolojik yapısı çürük oluşum riskini etkilemektedir. Sondun takıldığı derin fissürlere sahip yüzeylere fissür örtücü yapılmasının gerekli olduğu fakat kolaylıkla temizlenebilen geniş ve sığ fissürlere sahip yüzeylere ise fissür örtücü yapılmasının gerekli olmadığı belirtilmektedir (Locker, Jokovic ve Kay, 2003).

Çürük riski yüksek olan çocuklarda, dişlerin ağız içerisine sürmesini tam olarak tamamlamadığı durumda dişlerde nem kontrolü sağlanamayacağından dolayı bu dişlere rezin içerikli fissür örtücülerin yapılması önerilmemektedir. Bu durumda dişlere geçici olarak cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin uygulanabileceği belirtilmiştir. Diş ağız ortamına tam olarak sürdüğünde ise rezin esaslı fissür örtücülerle tedavinin tamamlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Crall ve Donly, 2015).

Fissür örtücüler çoğunlukla çocuklar ve adölesanlarda kullanılmakla birlikte bazı durumlarda yetişkinlerde de uygulanabilmektedir. Fissür örtücü uygulamasının çürük insidansını bir yılda %86, dört yılın sonunda ise %58 oranında azalttığı bildirilmiştir (Subcommittee, 2012). Yapılan bir çalışmada, süt ve daimi molar dişlere uygulanan fissür örtücülerin iki yıllık takibinde dişlerdeki çürük riskini %76 oranında azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca yedi yıl veya daha uzun süren takiplerde fissür örtücü uygulanan çocukların dişlerinde %29 oranında çürük oluşumu gözlenirken, fissür örtücü uygulanmayan çocuklarda %74 oranında çürük oluşumu gözlenmiştir (Wright, Crall vd., 2016).

Çalışmalarda, fissür örtücü uygulamalarının alt yüzeyinde bakteri oluşumunun arttığına dair bir bulguya rastlanılmamıştır. Hatta mevcut çürüklerin üzerine fissür örtücü uygulaması yapılsa dahi canlı bakteri sayısını en az yüz kat azalttığı rapor edilmiştir (Bhuridej vd., 2005). Başlangıç çürük lezyonlarında da fissür örtücü uygulaması yapılabileceğini savunan bazı çalışmalarda başlangıç çürükleri üzerine fissür örtücü uygulaması yapılmış ve çürüğün ilerlemesinin durduğu bildirilmiştir (Carvalho vd., 2016). 1986 yılında Mertz-Fairhurst ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, ağzında bilateral okluzal çürük lezyonu bulunan hastalar seçilmiş, bir tarafta okluzal çürüklere fissür örtücü uygulanmış, diğer tarafta okluzal çürük

lezyonlarına herhangi bir işlem yapılmamıştır. Çalışma sonucunda fissür örtücü yapılan taraftaki dişlerde çürük ilerlemesinin durduğu, kontralateral taraftaki dişlerde ise çürük ilerlemesinin devam ettiği rapor edilmiştir (Mertz-Fairhurst, Schuster ve Failhurst, 1986). 1987 yılında Handelman ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada başlangıç çürük lezyonu bulunan dişlere ve çürük bulunmayan dişlere fissür örtücü uygulaması yapılmış, bir yılın sonunda iki grup arasında fissür örtücü retansiyonları açısından anlamlı fark bulunamamıştır (Handelman, Leverett, Espeland, Curzon, 1987).

İdeal Bir Fissür Örtücü de Bulunması Gereken Özellikler

- Dişlere kolay uygulanabilmeli,
- Pit ve fissürlere penetrasyonu için viskozitesi düşük, akışkanlığı fazla olmalı,
- Ağız sıvılarında çözünmemeli,
- Uygulanan diş yüzeylerinde çürük önleyici etkisi olmalı,
- Ağızdaki fonksiyonel kuvvetlere direnç gösterebilmeli,
- Dişin mine dokusuna benzer mekanik ve termal özelliklere sahip olmalı,
- Mümkün olduğunca uzun retansiyon süresine sahip olmalı,
- Sertleşme sırasında boyutsal stabilitesini korumalı,
- İnsan vücudu için toksik olmamalı dokularla biyouyumlu olmalıdır (Welbury vd., 2004).

Pit ve Fissür Örtücülerin Uygulama Yöntemleri

Pit ve fissür örtücü uygulamaları dişin pit ve fissürlerinin yapısına ve dişin fissürlerinde çürük bulunup bulunmamasına göre çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir (Garg, Indushekar, Saraf, Sheoran ve Sardana, 2018).

1.Non invaziv teknik

Herhangi bir şekilde klinik ve radyografik olarak çürük gözlenmeyen dişlerde diş üzerindeki plak ve debrisin uzaklaştırılarak dişin pit ve fissürlerine fissür örtücü uygulanması işlemine non invaziv yöntem adı verilmektedir. Fissür örtücü materyalinin dişin pit ve fissür derinliklerine kolayca ulaşım yerleşebildiği durumlarda bu teknik kullanılmaktadır. U veya V şeklindeki fissür tiplerinde fissür yüzeyi daha geniş olduğu için genellikle bu teknik kullanılmaktadır (Garg vd., 2018).

Bu teknikte fissürlere herhangi bir genişletme işlemi yapılmamaktadır. Fissür genişletme işlemi olmadığı için dış sert dokuları korunmaktadır ayrıca fissür boşluklarına gelecek fissür örtücü miktarı azalacağından fissür örtücünün polimerizasyon büzülmesi invaziv tekniğe göre daha az olmaktadır. Fissür genişletme işlemi için döner alet kullanılmadığından hem çocuk hastayla kooperasyon daha iyi olmakta hem de hasta ve hekime zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ancak fissür genişletme işlemi olmadığı için fissür örtücülerin dişte olan penetrasyonunun azalması ve buna bağlı olarak fissür örtücülerde mikrosızıntının artması ve tutuculuğun azalması non invaziv tekniğin dezavantajlarıdır (Welbury vd., 2004).

2.İnvaziv teknik

Dişin okluzal yüzeyinde bulunan derin ve dar fissürlerdeki plağı, organik materyalleri ve dişin yüzeyindeki prizmasız mineyi elimine etmek amacıyla fissürlerin bir frez yardımıyla aşındırılıp genişletilerek fissür örtücünün uygulanmasına invaziv yöntem adı verilmektedir. Bu teknik yüzey alanını arttırarak uygulanan asitin ve fissür örtücünün dişin daha derin bölgelerine penetrasyonunu sağlamaktadır. Böylelikle hem fissür örtücünün penetrasyonunun artmasıyla mikrosızıntı riski azalmakta hem de tutuculuk artmaktadır. Ayrıca bu uygulamada aşındırma işlemi, renklenmiş sert minedeki renk değişikliğinin derinliği hakkında bilgi vermektedir (Khanna, Pandey, Singh, Agarwal, 2009).

Ancak bu yöntemde frez yardımıyla genişletilen fissürlerin doldurulması için gerekli fissür örtücü miktarı arttığı için bu teknikte polimerizasyon büzülmesi artmaktadır. Bunun yanı sıra sağlıklı dış sert dokuları aşındırıldığı için hastanın dişinden doku uzaklaştırılmış olmaktadır ve bu da zamanla dişlerin tekrar restore edilmesini gerektirebilmektedir (Welbury vd., 2004).

Cam iyonomer ve rezin içerikli iki farklı fissür örtücüyle non invaziv ve invaziv teknikler kullanılarak yapılan bir in vitro çalışmada fissür örtücülerin marjinal adaptasyonları karşılaştırılmış ve iki teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. (Gunjal, Nagesh ve Raju, 2012).

3.Koruyucu rezin restorasyon

Koruyucu rezin restorasyon (KRR) dişteki çürük bölgenin temizlenerek restorasyon yapılması, dişteki çürüksüz pit ve fissürlere ise fissür örtücü uygulanması işlemidir. KRR tedavisi dişteki çürüğün minimal preperasyonla ortadan kaldırılacağı ve çürüksüz pit ve fissürler içeren dişler için geliştirilmiş bir tekniktir. KRR tekniğinden Simonsen ve Stallard tarafından ilk olarak 1977 yılında bahsedilmiştir ve minimal invaziv teknikler

arasında yerini almıştır (R. J. J. D. C. Simonsen, 2005).

Muayene esnasında sond ucunun başlangıç çürük lezyonuna veya fissüre takıldığı durumlarda, dişteki çürük lezyon genişliği lingual ve bukkal tüberküller arasındaki mesafenin 1/3'ünü geçmediği durumlarda ve dişin tek yüzeyinde çürük lezyonu varlığında koruyucu rezin restorasyon tekniği kullanılabilir. Fakat çürük lezyonu dentin dokusuna ilerlediğinde veya dişin birden fazla yüzeyinde çürük lezyonu varlığında bu teknik kullanılmamalı, restoratif tedavi alternatifleri değerlendirilmelidir (R. J. J. D. C. Simonsen, 2005).

Fissür Örtücü Olarak Kullanılan Materyaller

Dişlere uygulanan fissür örtücü uygulamalarının başarılı olabilmesi için dişin tüm pit ve fissürlerini tam anlamıyla kapatabilmesi gerekir. Bu amaçla günümüze kadar birçok farklı materyal kullanılmış ve başarıları incelenmiştir (Beauchamp vd., 2008).

Günümüzde kullanılan güncel fissür örtücü materyaller;

- Resin esaslı fissür örtücüler,
- Geleneksel cam iyonomer esaslı fissür örtücüler,
- Resin modifiye cam iyonomer esaslı fissür örtücüler,
- Poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) esaslı fissür örtücüler,
- Ormoser esaslı fissür örtücüler,
- Cam karbomer esaslı fissür örtücüler,
- Giomer esaslı fissür örtücülerdir.

Günümüzde fissür örtücü materyalleri arasında en sık geleneksel cam iyonomer ve resin esaslı fissür örtücüler kullanılmaktadır (Beauchamp vd., 2008).

1.Geleneksel cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

Cam iyonomer siman polikarboksilik asit ile silikat cam tozu arasında gerçekleşen asit-baz tepkimesi sonucu meydana gelmekte ve diş sert dokularına adezyonu kimyasal olarak gerçekleşmektedir. Bu kimyasal bağlanma diş yüzeyindeki fosfat iyonları ile siman içerisindeki karboksilat gruplarının etkileşimi sonucu meydana gelmektedir (A. Wilson, Prosser ve Powis, 1983).

Cam iyonomer simanın diş dokularıyla biyoyumlu olması, asitlere karşı dayanıklı olması, artık monomer içermemesi, aktif flor salabilmesi,

antikaryojenik etkisi ve dişin mine ve dentinine kimyasal olarak bağlanabilmesi materyalin fissür örtücü olarak kullanımında avantaj oluşturmaktadır. Kompozit rezinler kadar renk uyumunun iyi olmaması, sertleşme esnasında nem hassasiyetinin yüksek olması, rezin içerikli materyallere göre direncinin daha düşük olması, yüksek oranda mikrosızıntı gösterebilmesi ve çalışma zamanının kısıtlı olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Daimi birinci molar dişlerin ağız ortamına yeni sürmekte olduğu durumlarda veya diş izolasyonunun tam olarak sağlanamadığı durumlarda cam iyonomer içerikli fissür örtücüler tercih edilmektedir (Croll, 1990).

Yapılan klinik çalışmalarda, cam iyonomer içeren fissür örtücülerin retansiyonları uzun dönemde rezin fissür örtücülere kıyasla daha düşük bulunmuştur. Buna rağmen çürük önlemedeki etkilerinin iki materyalde de benzer olduğu bildirilmiştir. Cam iyonomerin bu etkisinin nedeni olarak fissür derinliklerinde az da olsa kalan fissür örtücünün hem fiziksel bir bariyer oluşturarak çürüğü önlemesi hem de o bölgede uzun süre flor salarak demineralizasyonu inhibe etmesi gösterilmektedir (Alirezai, Bagherian ve Shirazi, 2018).

Cam iyonomer içerikli fissür örtücülerin, yüksek çürük riski bulunan hastalarda, izolasyonun tam olarak sağlanamadığı dişlerde ve sürmesini tam olarak tamamlamamış molar daimi dişlerde kullanılması tavsiye edilmektedir. Ancak cam iyonomer içerikli fissür örtücü uygulanan sürmesini tamamlamamış dişlere, sürme tam olarak tamamlandıktan sonra rezin içerikli fissür örtücü uygulanması da tavsiye edilmektedir (Welbury vd, 2004).

2.Rezin modifiye cam iyonomer esaslı fissür örtücüler

Cam iyonomerlerin, yetersiz renk uyumu, düşük aşınma direnci, neme olan hassasiyetleri gibi yetersiz fiziksel özelliklerini iyileştirmek için simanın yapısına rezin eklenerek daha dayanıklı olan rezin modifiye cam iyonomer simanlar elde edilmiştir. Materyal içeriğinde %23 oranında flor bulunmaktadır ve flor salınımı geleneksel cam iyonomer simandan daha fazladır (Hes, Leung ve Wei, 1999). Materyal %80 cam iyonomer, %20 rezin içeriğinden oluşmaktadır ve ilk defa 1992 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Sertleşme mekanizması ilk olarak ışık aktivasyonu ile başlamakta, sonrasında ise asit- baz tepkimesiyle sürmektedir. Böylelikle materyalin dişe hem mikromekanik olarak hem de kimyasal olarak bağlanması gerçekleşmektedir (Ekstrand, Christiansen, Christiansen, 2003).

Papacchini ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, rezin modifiye cam iyonomer esaslı ile geleneksel cam iyonomer esaslı fissür örtücülerin klinik başarıları değerlendirilmiş ve rezin modifiye cam iyonomer içerikli olan fissür örtücünün retansiyonu, geleneksel cam iyonomer içerikli fissür

örtücüden daha başarılı bulunurken, rezin esaslı fissür örtücüyle karşılaştırıldığında retansiyon özelliği daha başarısız bulunmuştur (Papacchini vd., 2005).

3.Poliasitle modifiye kompozit rezin (kompomer) esaslı fissür örtücüler

Poliasitle modifiye kompozit rezin (kompomer) %20-30 oranlarında cam iyonomer, %70-80 oranlarında rezin kompozit ve %13 oranı civarında flor içermektedir. Ayrıca bunlara ek olarak başlatıcılar ve pigmentler de içeriğinde mevcuttur. Kompomer kelimesi cam iyonomer ve kompozit kelimelerinin birleşimiyle türetilmiştir. Kompomerin sertleşme reaksiyonu, içerisindeki kompozit rezine uygulanan ışık ile gerçekleşmekle birlikte sonrasında materyal ağız ortamındaki sıvılarla karşılaştırıldığında cam iyonomer simanlardaki gibi asit baz reaksiyonuyla da devam etmektedir (Kanık ve Tğürkün, 2016).

Kompomer içerikli fissür örtücüler rezin içerikli fissür örtücülerle karşılaştırıldığında her iki materyalinde çürük önleme açısından başarısı benzer bulunmasına rağmen rezin esaslı fissür örtücülere kıyasla kırılma dirençleri ve dişe retansiyonları daha düşük bulunmuştur. Ayrıca yapılan araştırmalarda flor salınımlarının da cam iyonomer simanlardan daha düşük olduğu bildirilmiştir (Matalon, Peretz, Sidon, Weiss ve Slutzky, 2010).

4.Ormoser esaslı fissür örtücüler

Kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini iyileştirmek ve polimerizasyon büzülmesini en aza indirmek amacıyla 1998 yılında organik olarak modifiye edilmiş seramikler (ormoserler) ortaya çıkartılmıştır. Materyalin molekül büyüklüğünde yapılan artış polimerizasyon büzülmesini arttırmakta, aşınma ve monomer salınımını azaltmaktadır. Bu nedenle kompozit restorasyonların altında matriks olarak kullanılması tercih edilmektedir. Ayrıca ormoser materyalinin klasik monomerler yerine (örneğin; UDMA, Bis-GMA) çapraz bağlı organik inorganik kopolimerler içermesi kompozit rezinlere göre polimerizasyon büzülmesinin daha düşük olmasını sağlamaktadır (Ünlü ve Çetin, 2008).

Ormoser esaslı fissür örtücülerin klinik başarısını araştıran bir çalışmada, ormoser içeriklilerin klinik başarısının kompomer içerikli fissür örtücüye göre daha yüksek, rezin esaslı ve rezin modifiye cam iyonomer içerikli fissür örtücülerle benzer olduğu bildirilmiştir (Yılmaz, Beldüz ve Eyübo, 2010). Bir başka çalışmada ise ormoser esaslı fissür örtücülerle cam iyonomer esaslı fissür örtücüler sekonder çürük, retansiyon oranı, marjinal adaptasyon açısından karşılaştırılmış ve sonucunda marjinal adaptasyon ve retansiyon açısından benzer sonuçlar ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Se-

konder çürük oluşumu açısından ise cam iyonomer içerikli fissür örtücüler daha başarılı bulunmuştur (Guler ve Yilmaz, 2013)

5.Cam karbomer esaslı fissür örtücüler

Cam partiküllerine nano boyuttaki florapatit ve hidroksiapatit kristallerinin eklenmesiyle cam karbomerler oluşturulmuştur. Materyalin sıvısı poliakrilik asittir, içeriğinde ise %20 oranında florapatit kristalleri bulunmaktadır. Üretici firmalar nanopartikül teknolojisiyle mine benzeri bir yapı oluşturmayı hedeflemektedir. Böylelikle materyalin fiziksel özellikleri iyileştirilerek, sıkışma, gerilme ve aşınma dirençlerinin artırılması hedeflenmektedir (Zainuddin, Karpukhina, Law ve Hill, 2012). Cam karbomerlerin flor salabilme ve reşarj olabilme özelliği de bulunmaktadır. Araştırmacılar cam karbomer içerikli materyallerin flor salınım miktarının cam iyonomer simanlarla benzer olduğunu göstermektedir (Lopes, Galvan, Chibmski ve Wambier, 2018). Cam karbomerler diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Sertleşme reaksiyonunun daha hızlı olması için ışık cihazı kullanılması önerilmektedir. Işık cihazı sayesinde ısınma gerçekleşmekte böylelikle sertleşme reaksiyonu hızlanmaktadır, bu da mikrosızıntıyı azaltmakta ve basma dayanımını arttırmaktadır (Gorseta vd., 2014).

Cam karbomer çocuk diş hekimliğinde özellikle nem kontrolünün sağlanamadığı durumlarda, cam iyonomer içerikli fissür örtücüye alternatif olarak kullanılabilir. Fakat cam iyonomer içerikli fissür örtücü, cam karbomer içerikli fissür örtücü ve rezin içerikli fissür örtücülerin retansiyon oranları karşılaştırıldığında, cam karbomer içerikli fissür örtücünün en düşük retansiyon oranına sahip olduğu da bildirilmiştir. Cam karbomer içerikli fissür örtülerin mikrosızıntı ve çözünürlük değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise rezin içerikli ve cam karbomer içerikli fissür örtücülerin mikrosızıntı değerleri arasında anlamlı fark bulunamamış, pH 4-6 arasında olduğunda cam karbomerin çözünürlüğü cam iyonomer esaslı fissür örtücüye göre daha düşük bulunmuştur (Subramaniam, Girish Babu ve Jayasurya, 2015). Başka bir çalışmada ise geleneksel cam iyonomer içerikli fissür örtücü, içerisinde kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat bulunan cam iyonomer içerikli fissür örtücü ve cam karbomer içerikli fissür örtücüler mikrosızıntı, penetrasyon kabiliyeti ve bağlanma dayanımları açısından değerlendirilmiş ve en az başarılı fissür örtücünün cam karbomer içerikli olduğu bildirilmiştir (Ekici, Alkan, Arısu ve Kıvanç, 2017).

6.Giomer esaslı fissür örtücüler

Giomer, yapısında cam iyonomer ve rezin polimerler bulunan hibrit bir materyaldir. Giomer daha önceden reaksiyona girmiş cam doldurucular içeren, rezin içerikli, flor salabilen ve sertleşme reaksiyonunun ışıkla

gerçekleştiği bir restoratif materyaldir (Durham, Meyers, Bailey ve Vandewalle, 2017).

Giomer esaslı fissür örtücüler diğer fissür örtücü uygulamaları gibi asitleme işleminden sonra kullanılabilirdiği gibi çoğunlukla asitleme işlemi yerine self etch primer uygulaması yapılarak kullanılmaktadır. Böylece hem asit uygulama esnasında ortaya çıkan olumsuzluklar ortadan kalkmakta hem de hasta ve hekim için zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Fakat çalışmalarda asitleme işlemi uygulanmadan yapılan giomer esaslı fissür örtücünün bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı değeri rezin içerikli fissür örtücüden ve asitlenerek kullanılan giomer esaslı fissür örtücülerden daha düşük bulunmuştur (Durham vd., 2017).

Giomer esaslı fissür örtücülerin flor salabilme özelliği, kompomere göre daha yüksek, cam iyonomere göre ise daha düşük bulunmuştur. Materyalin flor salabilme özelliğinin ilk günlerde düşük, takip eden 21 gün sonunda en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Fissür örtücülerin penetrasyon derinliklerinin değerlendirildiğinde ise, giomer içerikli fissür örtücünün penetrasyon derinliği, doldurucu içermeyen rezin içerikli fissür örtücülerden daha düşük, cam iyonomer içerikli fissür örtücülerden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Hatirli ve Yasa, 2018). Bir başka çalışmada ise rezin içerikli ve giomer içerikli fissür örtücülerin retansiyon oranları değerlendirilmiş, 18 aylık takip sonucunda rezin içerikli fissür örtücülerin retansiyon oranı daha yüksek bulunmuştur (Topal ve Kirzioglu, 2019).

7.Rezin esaslı fissür örtücüler

Rezin içerikli materyaller, doldurucu partiküllerden oluşan bir inorganik kısım, rezin matriksin oluşturduğu organik kısım, inorganik kısım ile organik kısmı birbirine bağlayan ara faz ve reaksiyonu başlatan başlatıcılardan meydana gelmektedir. Materyalin rezin matriks yapısını genellikle Bis-GMA veya üretan dimetakrilat (UDMA) oluşturur (Ünlü ve Çetin, 2008).

Bis-GMA epoksi rezinin polimerizasyon büzülmesinin az olması ile metil metakrilatın hızlı polimerize olma özelliği bir araya getirilerek oluşturulmuş hibrit bir materyaldir. UDMA ise, BisGMA'ya göre renk değişimine daha dirençli, akıcılığı daha fazla, daha iyi adezyon sağlayan ve daha düşük molekül ağırlığına sahip bir monomerdur. Bundan dolayı UDMA rezin materyallerin kıvamını ayarlamak için eklenmektedir. Ancak molekül ağırlığı Bis GMA'dan daha düşük olduğu için daha fazla polimerizasyon büzülmesi ortaya çıkmaktadır (Martinez-Lozano ve Bar-jau-Escribano, 2006).

Rezin içerikli materyallerin organik matriks yapısının akıcılığını artırmak ve diş dokularına penetrasyonunu arttırmak amacıyla yapısına trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) veya HEMA (hidroksietil metakrilat)

gibi monomerler ilave edilmektedir. Rezin içerikli fissür örtücülerin diş yüzeylerine olan retansiyonu son derece başarılı bulunmuş ve uyguladıkları yüzeyde çürük oluşumunu engellediği gözlenmiştir. Ancak materyalin bu başarılarının yanında materyalin artık monomer salımı yapması ve materyal uygulanırken ortaya çıkan polimerizasyon büzülmesi sonucunda bakterilerin geçişine ortam hazırlaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Ayrıca rezin içerikli olması ve uygulama sırasında teknik hassasiyet ve izolasyon gerektirdiğinden, izolasyonun sağlanamadığı dişlerde uygulanması önerilmemektedir (Geiger, Gulayev ve Weiss, 2000).

Rezin içerikli fissür örtücü günümüzde doldurucu içeriğine, polimerizasyon çeşidine, flor içeriğine ve rengine göre sınıflara ayrılmaktadır (R. J. J. P. d. Simonsen, 2002).

7.1. Polimerizasyon çeşitlerine göre rezin esaslı fissür örtücüler

7.1.1. Birinci jenerasyon fissür örtücüler (Ultraviyole ışıkla polimerizasyonu gerçekleşen fissür örtücüler)

1960'lı yıllarda fissür örtücü olarak kullanılan siyanoakrilatların polimerizasyonu 365 nanometre dalga boyunda ultraviyole ışıkla gerçekleştirilmiştir. Ancak ultraviyole ışığın uzun süre kullanımının gözde retina hasarına yol açmasından dolayı bu yöntemden vazgeçilmiştir (Waggoner ve Siegal, 1996).

7.1.2. İkinci jenerasyon fissür örtücüler (Otopolimerizan fissür örtücüler)

İkinci Jenerasyon fissür örtücülerin sertleşme mekanizması için ışık kaynağına ihtiyaç duyulmamıştır. Materyal başlatıcı olarak benzoil peroksit ve Bis-GMA içeren bir kısım ile hızlandırıcı olarak %5 oranında organik aminden oluşan bir başka kısım içermektedir ve bu iki kısmın karıştırılması kimyasal olarak ekzotermik bir reaksiyon ortaya çıkmakta ve 1-2 dakika içerisinde sertleşme reaksiyonu gerçekleşmektedir. İkinci jenerasyon fissür örtücüler birinci jenerasyon fissür örtücülere göre daha başarılı bulunmuştur (Kühnisch, Mansmann, Heinrich-Weltzien ve Hickel, 2012).

7.1.3. Üçüncü jenerasyon fissür örtücüler (Görünür ışıkla polimerizasyonu gerçekleşen fissür örtücüler)

Üçüncü jenerasyon fissür örtücülerin aktivasyonu 400-500 nm dalga boyundaki ışıkla sağlanmaktadır. Materyalin içerisine bu dalga boyunda görünür ışıkta polimerizasyon reaksiyonunun aktive olabilmesi için başlatıcı olarak kamforokinon ve reaksiyonun hızlanmasını sağlayan alifatik

aminler ilave edilmektedir. Bu fissür örtücülerin polimerizasyonu sağlanırken günümüzde en çok Light Emitting Diode (LED) ve halojen ışık kaynakları tercih edilmektedir. Ayrıca quartz tungsten halojen plazma ark (QTH) ile lazer ışık kaynaklı ışık cihazları da polimerizasyon için kullanılmaktadır (Park, Kim, Cho, Lee ve Noh, 2005).

Üçüncü jenerasyon fissür örtücülerde karıştırma işlemi olmadığı için materyal daha homojen kıvamdadır ve pörözite oluşma riski daha düşüktür ayrıca çalışma süresi daha uzundur ve çalışma süresini hekim belirlediği için işlem daha konforlu hale gelmektedir. Bu avantajlarının yanında üçüncü jenerasyon fissür örtücülerin polimerizasyon büzülmesi göstermesi, uygulama basamaklarının daha hassas ve beceri gerektirmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (R. J. J. P. d. Simonsen, 2002).

7.2. Doldurucu içeriklerine göre rezin esaslı fissür örtücüler

Rezin içerikli fissür örtücüler doldurucu içeriklerine göre dolduruculu, yarı dolduruculu ve doldurucu içermeyen fissür örtücüler olmak üzere üçe ayrılır. Fissür örtücülerin içeriğine kuvars partikülleri, mikroskopik cam partikülleri veya kompozit rezinlerde kullanılan doldurucular eklenerek doldurucu içeren fissür örtücüler elde edilmiştir. Bu doldurucu partiküllerin eklenmesiyle materyal daha dayanıklı ve aşınmalara daha dirençli hale getirilmiştir (Babu, Mallikarjun, Wilson ve Premkumar, 2014). Yüzey sertlik derecelerini geliştirmek ve aşınma dirençlerini ayarlamak amacı ile fissür örtücülere farklı oranlarda ve farklı büyüklüklerde doldurucular eklenerek de yarı dolduruculu fissür örtücüler elde edilmektedir (Yıldız ve Şimşek, 2013).

Diş hekimliğinde hiç doldurucu içermeyen fissür örtücüler de kullanılmaktadır ve bunların aşınmaya karşı direnci daha düşüktür ancak doldurucu içermeyen fissür örtücülerin pit ve fissürlere daha iyi adapte olabildiği bu sayede mine dokusuyla daha başarılı retansiyon sağladığı da ileri sürülmektedir (Babu vd., 2014).

7.3. Renklerine göre rezin esaslı fissür örtücüler

Pit ve fissür örtücüler renklerine göre renkli, opak ve şeffaf olmak üzere üçe ayrılmışlardır. Farklı renkte olanların çürük önleyiciliği ve tutuculuk açısından aralarında fark olmadığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Waggoner ve Siegal, 1996). Opak ve renkli fissür örtücüler şeffaf fissür örtücüye göre ağız ortamında aileler tarafından daha kolay fark edilebilmesi ve retansiyon kontrolünün daha kolay yapılabilmesi açısından daha avantajlıdır ancak fissür örtücü altında oluşabilecek çürük varlığı kontrolünde şeffaf fissür örtücünün daha avantajlı olduğu da bildirilmiştir (R. Simonsen ve Neal, 2011).

Fissür Örtücülerin Başarısını Etkileyen Faktörler

Fissür örtücülerin başarısını etkileyen etmenlerin başında fissür örtücünün retansiyonu gelmektedir. Bu nedenle fissür örtücülerin başarısını değerlendiren çoğu çalışma fissür örtücülerin retansiyon oranını temel almıştır. Fissür örtücünün kavite duvarlarına adaptasyonu ve dış yüzeyine tutunma kapasitesi fissür örtücünün başarısını ve ömrünü doğrudan etkilemektedir (Grewal ve Chopra, 2008). Fissür örtücülerin retansiyonunu ve başarısını etkileyen bir diğer faktör ise mikrosızıntıdır. Fissür örtücü ile mine yüzeyi arasındaki boşluklardan bakteri iyon ve sıvıların geçmesi sonucu mikrosızıntı oluşmaktadır bu da dış yüzeyinde çürük oluşumuna ve retansiyonun olumsuz etkilenmesine neden olabilmektedir (Chaitra, Reddy, Devarasa, Ravishankar, 2010). Retansiyonun sağlanmasında etkili olan bir diğer faktör ise marjinal adaptasyondur. Uygulanan fissür örtücünün dış yüzeyindeki pit ve fissürleri tam olarak sızdırmaz bir şekilde örtmesi gerekmektedir aksi takdirde marjinal uyum bozularak mikrosızıntı artmakta ve fissür örtücünün retansiyonu olumsuz etkilenabilmektedir (Toraman, 2018). Materyaldeki polimerizasyon büzülmesi de başarısızlık nedenleri arasındadır. Rezin içerikli fissür örtücülerin sertleşmesi esnasında polimerizasyon büzülmesi göstermesi materyalde mikrosızıntı, renklenme, retansiyon problemleri oluşmasına neden olabilmektedir (Dauvillier, Feilzer, De Gee ve Davidson, 2000). Fissür örtücülerin viskozitesi de retansiyon başarısını etkileyen bir başka faktördür. Yapılan çalışmalarda viskozitesinin yüksek olmasının başarıyı olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır Fissür örtücünün viskozitesi ne kadar düşükse, penetrasyon katsayısının o kadar yüksek olacağı ve dolayısıyla tutuculuğunun ve etkinliğinin daha yüksek olacağı bildirilmiştir. Mehrabkhani ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada düşük viskoziteli fissür örtücülerin dişin pit ve fissürlerine daha iyi penetrasyon sağlayarak mikrosızıntıyı azalttığı rapor edilmiştir (Mehrabkhani, Mazhari, Sadeghi ve Ebrahimi, 2015).

Kullanılan materyalin özellikleri dışında fissür örtücünün başarısını etkileyen başka faktörler de vardır. Kullanılan uygulama yöntemine bağlı nedenler arasında yetersiz polimerizasyon süresi, yetersiz asit uygulama, yetersiz durulama ve kurutma işlemi sayılabilir. Yetersiz asitleme mine yüzeyinde mikroboşluk oluşumunu azaltmakta bu da dış ve fissür örtücü arasındaki bağlantının zayıf olmasına neden olmaktadır. (Subramaniam, Konde, Mandanna, 2008). Dişin ağız içindeki pozisyon ve konumu, fissürlerin yapısı ile morfolojisi de fissür örtücü başarısını etkilemektedir. Derin ve dar fissürlere fissür örtücü zor adapte olabilmekte, U veya V şeklindeki geniş fissürlere ise adaptasyon daha kolay olabilmektedir (Garg vd., 2018). Ayrıca sürmesini tam olarak tamamlamamış dişlerde izolasyon sağlanamaması da fissür örtücü başarısını düşürmektedir. Fissür örtücü uygulanırken kooperasyon sağlanamaması izolasyonun bozulmasına ve tükürük konta-

minasyonuna neden olarak fissür örtücü başarısını düşürmektedir. Bütün bunların yanında hekimin becerisi ve hekimin fissür örtücüyü uygulama prosedürlerine uyarak dişe yerleştirmesi fissür örtücünün başarısını etkileyen diğer faktörlerdir (Subramaniam vd., 2008).

Koruyucu diş hekimliği uygulamaları son yıllarda önemini giderek arttırmaktadır. Pit ve fissür örtücü uygulaması günümüzde süt ve daimi dişlerin okuzal yüzeylerindeki pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde kullanılan en etkili uygulamadır. Günümüzde pit ve fissür örtücü olarak çeşitli materyaller kullanılabilmektedir, dişin konumu ve pozisyonu, hastanın yaşı ve kooperasyonu dikkate alınarak uygun fissür örtücü materyali seçilmelidir. Pit ve fissür örtücü yapılırken diş seçimi, hasta seçimi ve fissür örtücü uygulanma zamanı önemli hale gelmekte, özellikle çürük aktivitesi fazla yüksek çürük riski bulunan hastalarda diğer koruyucu uygulamalarla beraber fissür örtücü uygulaması teşvik edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Alirezai, M., Bagherian, A., & Sarraf Shirazi, A. (2018). Glass ionomer cements as fissure sealing materials: yes or no?: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 149(7), 640–649.e9.
- Arhakis, A., Damianaki, S., & Toumba, K. J. (2007). Pit and fissure sealants: types, effectiveness, retention, and fluoride release: a literature review. *Balkan Journal of Stomatology*, 11(3), 151-162.
- Babu, G., Mallikarjun, S., Wilson, B., & Premkumar, C. (2014). Pit and fissure sealants in pediatric dentistry. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 5(4), 253.
- Beauchamp, J., Caufield, P. W., Crall, J. J., Donly, K., Feigal, R., Gooch, B., & Simonsen, R. (2008). Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 139(3), 257-268.
- Bhuridej, P., Damiano, P. C., Kuthy, R. A., Flach, S. D., Kanellis, M. J., Heller, K. E., & Dawson, D. V. (2005). Natural history of treatment outcomes of permanent first molars: a study of sealant effectiveness. *The Journal of the American Dental Association*, 136(9), 1265-1272.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of dental research*, 34(6), 849-853.
- Buonocore, M. (1970). Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *The Journal of the American Dental Association*, 80(2), 324-328.
- Carvalho, J. C., Dige, I., Machiulskiene, V., Qvist, V., Bakhshandeh, A., Fatturi-Parolo, C., & Maltz, M. (2016). Occlusal caries: biological approach for its diagnosis and management. *Caries research*, 50(6), 527-542.
- Chaitra, T. R., Reddy, V. S., Devarasa, G. M., & Ravishankar, T. L. (2010). Flowable resin used as a sealant in molars using conventional, enameloplasty and fissurotomy techniques: an in vitro study. *Journal of Indian Society of pedodontics and preventive dentistry*, 28(3), 145.
- Crall, J. J., & Donly, K. J. (2015). Dental sealants guidelines development: 2002-2014. *Pediatric dentistry*, 37(2), 111-115.
- Croll, T. P. (1990). Glass ionomers for infants, children, and adolescents. *The Journal of the American Dental Association*, 120(1), 65-68.
- Cueto, E. I., & Buonocore, M. G. (1967). Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *The Journal of the American Dental Association*, 75(1), 121-128.
- Dauvillier, B. S., Feilzer, A. J., De Gee, A. J., & Davidson, C. L. (2000). Visco-e-

- lastic parameters of dental restorative materials during setting. *Journal of Dental Research*, 79(3), 818-823.
- Durham, S. N., Meyers, E. J., Bailey, C. W., & Vandewalle, K. S. (2017). Microleakage and shear bond strength of a new sealant containing prereacted glass ionomer particles. *General dentistry*, 65(2), e12-e16.
- Ekici, M. A. G., Alkan, F., Arısu, H. D., & Kıvanç, B. H. (2017). Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ve floridin ağartma ajanı uygulanmış mine mikrosertliği üzerine etkisi: ex vivo. *Acta Odontologica Turcica*, 34(2), 61-66.
- Ekstrand, K. R., Christiansen, J., & Christiansen, M. E. C. (2003). Time and duration of eruption of first and second permanent molars: a longitudinal investigation. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 31(5), 344-350.
- Feigal, R. J., & Donly, K. J. (2006). The use of pit and fissure sealants. *Pediatric dentistry*, 28(2), 143-150.
- Garg, N., Indushekar, K. R., Saraf, B. G., Sheoran, N., & Sardana, D. (2018). Comparative evaluation of penetration ability of three pit and fissure sealants and their relationship with fissure patterns. *Journal of Dentistry*, 19(2), 92.
- Geiger, S. B., Gulayev, S., & Weiss, E. I. (2000). Improving fissure sealant quality: mechanical preparation and filling level. *Journal of dentistry*, 28(6), 407-412.
- Gorseta, K., Glavina, D., Borzabadi-Farahani, A., Van Duinen, R. N., Skrinjaric, I., Hill, R. G., & Lynch, E. (2014). One-year clinical evaluation of a Glass Carbomer fissure sealant, a preliminary study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 22(2), 67-71.
- Grewal, N., & Chopra, R. (2008). The effect of fissure morphology and eruption time on penetration and adaptation of pit and fissure sealants: An SEM study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 26(2), 59.
- Guler, C., & Yilmaz, Y. (2013). A two-year clinical evaluation of glass ionomer and ormocer based fissure sealants. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 37(3), 263-268.
- Güngör, H. C., Altay, N., & Alpar, R. (2004). Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite-based fissure sealant: two-year results. *Operative dentistry*, 29(3), 254-260.
- Gunjal, S., Nagesh, L., & Raju, H. G. (2012). Comparative evaluation of marginal integrity of glass ionomer and resin based fissure sealants using invasive and non-invasive techniques: an in vitro study. *Indian journal of dental research*, 23(3), 320.
- Handelman, S. L., Leverett, D. H., Espeland, M., & Curzon, J. (1987). Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community dentistry and oral epidemiology*, 15(1), 1-5.

- Hatirli, H., Yasa, B., & Yasa, E. (2018). Microleakage and penetration depth of different fissure sealant materials after cyclic thermo-mechanic and brushing simulation. *Dental materials journal*, 37(1), 15-23.
- Hes, K. M. Y., Leung, S. K., & Wei, S. H. Y. (1999). Resin-ionomer restorative materials for children: A review. *Australian dental journal*, 44(1), 1-11.
- Hyatt, T. P. (1928). A statistical study of the location of dental caries shows the practical value of prophylactic odontotomy. *Dent. Digest*, 34, 23543.
- Kanık, Ö., & Türkün, L. Ş. (2016). Restoratif Cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 37(2), 54-65.
- Khanna, R., Pandey, R. K., Singh, N., & Agarwal, A. (2009). A comparison of enameloplasty sealant technique with conventional sealant technique: A scanning electron microscope study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 27(3), 158.
- Kühnisch, J., Mansmann, U., Heinrich-Weltzien, R., & Hickel, R. (2012). Longevity of materials for pit and fissure sealing—results from a meta-analysis. *Dental Materials*, 28(3), 298-303.
- Locker, D., Jokovic, A., & Kay, E. J. (2003). Prevention. Part 8: The use of pit and fissure sealants in preventing caries in the permanent dentition of children. *British dental journal*, 195(7), 375-378.
- Lopes, C. M. C. D. F., Galvan, J., Chibinski, A. C. R., & Wambier, D. S. (2018). Fluoride release and surface roughness of a new glass ionomer cement: glass carbomer. *Revista de Odontologia da UNESP*, 47, 1-6.
- Hervás García, A., Lozano, M., Cabanes Vila, J., Barjau Escribano, A., & Fos Galve, P. (2006). Composite resins: a review of the materials and clinical indications.
- Matalon, S., Peretz, B., Sidon, R., Weiss, E. I., & Slutzky, H. (2010). Antibacterial properties of pit and fissure sealants combined with daily fluoride mouth rinse. *Pediatric dentistry*, 32(1)
- McLean, J. W., & Wilson, A. D. (1974). Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cement. *British dental journal*, 136(7), 269-276., 9-13.
- Mehrabkhani, M., Mazhari, F., Sadeghi, S., & Ebrahimi, M. (2015). Effects of sealant, viscosity, and bonding agents on microleakage of fissure sealants: An in vitro study. *European journal of dentistry*, 9(04), 558-563.
- Mertz-Fairhurst, E. J., Schuster, G. S., & Failhurst, C. W. (1986). Arresting caries by sealants: results of a clinical study. *The Journal of the American Dental Association*, 112(2), 194-197.
- Papacchini, F., Goracci, C., Sadek, F. T., Monticelli, F., Garcia-Godoy, F., & Ferrari, M. (2005). Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass-ionomers, and resin composites used as pit and fissure sealants. *Journal of dentistry*, 33(6), 459-467.
- Park, S. H., Kim, S. S., Cho, Y. S., Lee, S. Y., & Noh, B. D. (2005). Comparison

of linear polymerization shrinkage and microhardness between QTH-cured & LED-cured composites.

- Simonsen, R. J., & Neal, R. C. (2011). A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Australian dental journal*, 56, 45-58.
- Simonsen, R. J. (2002). Pit and fissure sealant: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 24(5), 393-414.
- Subcommittee, C. A. C. R. D., & American Academy of Pediatric Dentistry. (2012). Guideline on pediatric restorative dentistry. *Pediatric dentistry*, 34(5), 173-180.
- Subramaniam, P., Girish Babu, K. L., & Jayasurya, S. (2015). Evaluation of solubility and microleakage of glass carbomer sealant. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 39(5), 429-434.
- Subramaniam, P., Konde, S., & Mandanna, D. K. (2008). Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: a comparative clinical study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 26(3), 114-120.
- Handelman, S. L., Leverett, D. H., Espeland, M., & Curzon, J. (1987). Retention of sealants over carious and sound tooth surfaces. *Community dentistry and oral epidemiology*, 15(1), 1-5.
- Toraman, F. (2018). Diş fırçalamanın farklı fissür örtücülerin retansiyonları üzerine etkisi.
- Ünlü, N., & AR, Ç. (2008). Kompozit rezin materyallerin içeriklerindeki yeni gelişmeler. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 14(3), 156-167.
- Ünlügenç, E., & Bolgöl, B. (2019). Güncel Fissür Örtücüler–Literatür Derlemesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(3), 507-518.
- Waggoner, W. F., & Siegal, M. (1996). Pit and fissure sealant application: updating the technique. *The Journal of the American Dental Association*, 127(3), 351-361.
- Welbury, R., Raadal, M., Lygidakis, N. A., & European Academy of Paediatric Dentistry (2004). EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *European journal of paediatric dentistry*, 5(3), 179-184.
- Wilson, A. D., Prosser, H. J., & Powis, D. M. (1983). Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *Journal of dental research*, 62(5), 590-592.
- Wilson, A. D. (1972). A new translucent cement for dentistry: the glass-ionomer cement. *Br Dent J*, 132, 133-135.
- Wright, J. T., Crall, J. J., Fontana, M., Gillette, E. J., Nový, B. B., Dhar, V., ... & Carrasco-Labra, A. (2016). Evidence-based clinical practice guideline for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 147(8), 672-682.

- Wright, J. T., Tampi, M. P., Graham, L., Estrich, C., Crall, J. J., Fontana, M., ... & Carrasco-Labra, A. (2016). Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars. *Pediatric dentistry*, 38(4), 282-308.
- Yıldız, E., & Şımşek, A. G. D. M. (2013). İki farklı fissür örtücünün ve polisaj tekniğinin klinik değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23(3), 337-341.
- Yılmaz, Y., Beldüz, N., & Eyübo, O. (2010). A two-year evaluation of four different fissure sealants. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11(2), 88-92.
- Zainuddin, N., Karpukhina, N., Law, R. V., & Hill, R. G. (2012). Characterisation of a remineralising Glass Carbomer® ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dental Materials*, 28(10), 1051-1058.

Bölüm 12

FERMENTE SUCUKLARDA KULLANILAN STARTER KÜLTÜRLER

Pelin DEMİR¹, Ali ARSLAN²

1 Dr., Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü,
Elazığ, Türkiye, p.demir@firat.edu.tr, 0000-0002-0824-1672

2 Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü,
Elazığ, Türkiye, aarslan2@firat.edu.tr, 0000-0002-3011-5592

Giriş

Starter kültürün tanımı, fermente edilen et ürünlerinde, olgunlaşma süresini kısaltmak ve kontrol altına almak, ürünün dayanıklılık süresini uzatmak, üründe mikrobiyal güvenliği artırmak, ürüne renk, tekstür, aroma ve lezzet kazandırmak ve standart ürün üretmek amacıyla tek ya da kombine halde kullanılan yararlı mikroorganizmalardır (1). “Starter” sözcüğü İngilizce bir sözcük olup, harekete geçiren, başlatan, başlatıcı demektir. Bunlar taze ve dondurulmuş (liyofilize edilmiş) canlı mikroorganizmalar olup, belirli enzimatik özelliklere sahiptirler (2,3). ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından GRAS (Generally Regarded As Safe) olarak kabul edilen starter kültürler, istenmeyen mikrobiyotaya yani patojen ve bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesini engelleyebilmektedirler (4-6).

Günümüzde, et ürünlerinin imalatında starter kültürlerin kullanımı özel ilgi konusu olmuştur. Starter kültürler Türkiye, Hırvatistan, Romanya, Yunanistan, İtalya, İspanya, Portekiz, Tayland ve Çin başta olmak üzere tüm dünyada geleneksel ürünlerde kullanılmaktadır (7-13).

Starter kültür kullanımıyla oluşabilecek mikrobiyal ve kimyasal riskler (biyojen aminlerin, nitrozaminlerin, polisiklik aromatik hidrocarbonların ve mycotoxinlerin oluşumu) engellenmektedir. Mikrobiyal olarak istenilmeyen (patojen, toksinojen ve bozulmada rol oynayan saprofitler) mikroorganizmaların çoğalmaları engellenir, daha sağlıklı, olgunlaşma süresi kısa, kaliteli, daha uzun raf ömrüne, tat ve aromaya sahip, standart, sindirilebilme ve dilimlenebilme yeteneği yüksek bir ürün elde edilir (14-21).

Biyojenik aminler (BA), bazı amino asitlerin dekarboksilasyonundan kaynaklanan potansiyel olarak güvenli olmayan nitrojenli bileşiklerdir. Bazı mikroorganizmalar bunların oluşumundan sorumlu olabilir. Starterler, amino asit dekarboksilatıf yeteneği olan mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek hızlı bir pH düşüşüne neden olabilir, böylece fermente et ürünlerinde BA oluşumunu engellerler (22).

Fermentasyon yoluyla et muhafazası yıllar öncesinde olup, ancak starter kültür fikri ilk olarak kuru sucuklar için 1940’larda ABD’de ortaya atılmıştır (23). İlk ticari starter kültür olarak *Pediococcus acidilactici* 1957 yılında ABD’de kullanılmıştır (24). Avrupa’da tanıtılan ilk starter kültür, renk ve aroma kusurlarını önlemek için kullanılan bir Fin sucuğundan izole edilen *Kocuria* cinsinden M53 suşu olmuştur (25).

Starter kültürler doğal fermentasyona (şans inokulasyonu, rastlantı inokulasyonu gibi) göre fermentasyon süresini %15-20 oranında daha kısaltır (26).

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliğinin 9. maddesinin (27) bendine göre et ürünlerinde starter kültür kullanılabilir.

Starter kültürlerde aranan özellikler (26,28).

1) Tüketici sağlığına zarar vermemeliler. Patojenik, mutajenik ve toksijenik olmamalıdır. Antibiyotik benzeri maddeler sentezlememelidirler. Starter kültür olarak kullanılacak mikroorganizmaların kullanıldığı miktarda (sayıda), üretim ve ürünün raf ömrü sürecinde (ürün tüketilinceye kadar) güvenli olmalıdır. Gerek ürün gerekse tüketici sağlığı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmamalıdır.

2) Ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilememelidirler. Kullanılan dozlardaki tuz, nitrit, nitrat ve diğer katkı maddelerini tolere etmelidirler.

3) Ürünün olgunlaştırılacağı sıcaklıklarda (10-43°C), düşük pH ve düşük a_w değerlerinde çoğalmalıdır.

4) Üründe kullanılan diğer starter kültürleri tolera etmeli ve birbirleriyle sinerjistik etki göstermelidirler.

5) Fenotipik ve genotipik stabiliteye sahip olmalıdırlar.

6) Homofermentatif olmalıdırlar. Şekerleri fermente ederek, yalnızca laktik asit meydana getirmelidirler. Diğer asitleri (asetik, tartarik vb.), CO_2 ve H_2O_2 oluşturmemelidirler.

7) Faj enfeksiyonlarına karşı dirençli olmalıdırlar.

8) Aminoasitleri parçalayıp histamin, H_2S gibi maddeler ve gaz oluşturmemelidirler. Allerjenik olmamalıdırlar.

9) Doğal floraya göre daha çabuk ve güvenilir bir etki göstermelidirler. Kalite güvencesi vermeli. Koruyucu etkisi olmalı, arzulanan tat ve aroma oluşturmalı.

Starter kültürler kullanılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir (26):

- Hijyene dikkat edilmeli, kaliteli ham ve katkı maddeleri kullanılmalı.
- Taze, aktif ve yeterli sayıda kültür kullanılmalı.
- Kullanılacak olan kültürlerin fermente edebilecekleri şekerler kullanılmalı.
- Uygun dozlarda kullanılmalı.
- Olgunlaşma koşulları iyi ayarlanmalı.

Örneğin; laktik asit bakterilerinden 30-35°C’de olgunlaştırılan sucuklarda *P. pentosaceus*, *P. acidolactici* ve *L.palntarum*’un, 18-22°C’lerde olgunlaştırılan sucuklarda ise *L. sake* ve *L.curvatus*’un kullanılması önerilmektedir (29).

Sucuklarda Starter Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

Bu amaçla laktik asit (süt asidi) bakterileri (laktobasil ve pediokok), mikrokok familyası (stafilokok ve mikrokoklar), maya ve küflerin bazı türleri kullanılmaktadır. Starter kültürlerin işlevleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

A) Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB), şekerleri fermente etmekte ve laktik asit meydana getirmektedirler. Dolayısıyla ortamın pH’sını düşürürler. pH düşüş hızı laktobasillerin aktivitesine, olgunlaşma koşullarına, hijyene, şekerlerin miktar ve çeşitlerine göre değişmektedir. Bu bakteriler farklı derecelerde şekerleri fermente ederler. Tuza karşı toleransları farklıdır. Laktik asit bakterilerinin fermente et ürünlerindeki işlevleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Fermente et ürünlerinde starter kültürlerin işlevleri (29).					
Üründeki etkisi	Etki şekli	Starter kültürler			
		Laktik asit bakterileri	Mikrokoklar ve Stafilokoklar	Mayalar	Küfler
Renk	Nitrat indirgenmesi	-	+++	-	-
	pH’nın düşmesi	+++	-	-	-
	Ürün içindeki oksijenin kullanılması (Eh düşmesi)	-	++	++	-
	H ₂ O ₂ ’nin parçalanması	-	++	+	+
Aroma	Asit oluşturma	+++	-	-	-
	Proteinlerin parçalanması	-	+	+	++
	Yağların parçalanması	-	+	++	++
	Acılaşmanın engellenmesi	-	++	+	++
Kıvam	pH ve a _w ’nin düşmesi	+++	-	-	-
Dayanıklılık	pH ve a _w ’nin düşmesi	+++	-	-	-
	Nitrat indirgenmesi	-	++	-	-
	İstenmeyen mikroorganizmaların çoğalmalarının önlenmesi	++	-	-	+++
Ürün yüzeyine etkisi	Dış görünüm	-	-	+	+++
	Kurumanın önlenmesi	-	-	-	+++
	Oksijen ve ışıktan koruma	-	-	+	+++

Zararlı madde oluşumunun engellenmesi	Nitritin parçalanması	+	++	-	-
	Mikotoksin oluşumunun önlenmesi	-	-	-	+++
(-): Etkili değil, (+): Az etkili, (++): Orta düzeyde etkili, (+++): Çok etkili.					

Bu familyada *Lactobacillales*, *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, ve *Weissella* yer almaktadır (30,31). Bu familyada kullanılan bakteriler ve bazı özellikleri tablo 2’de verilmiştir.

Laktik asit bakterileri Gram (+), sporsuz, katalaz negatif, anaerob, aside toleranslı, çubuk veya kok şeklindedirler. Bu bakterilerin optimum üreme sıcaklıkları farklıdır. Örneğin; *Lactobacillus sake* ve *Lactobacillus curvatus* 20-22°C’ler, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus plantarum* 30-35°C’ler arasında, *Pediococcus acidilactici* 40°C’nin üzerinde optimum aktivite göstermektedirler. *Pediococcus*’lar ise 8°C’nin altında üreme gösterememektedirler. *Pediococcus*’lar *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşları starter kültür olarak kullanılmaktadırlar (19). *P. acidilactici* liyofilize edilmesi ve muhafazası kolay olması, tekrar aktive edilebilmesi gibi özelliklerinden ötürü fermente et ürünleri üretiminde kullanılan ilk ticari starter kültürdür (32). Hızlı fermentasyon işleminin istendiği ürünlerde genellikle *P. acidilactici* starter kültür olarak kullanılmaktadır (18,32). *Pediococcus*’ların, fermente et ürünlerinde kullanılmasının esas ve diğer önemli sebebi ise şekeri fermente etmesi yönünden homofermentatif olması yani yalnızca laktik asit üretmesidir. Ancak laktobasil türlerine göre üründe keskin tat oluşumu üzerine daha az etki göstermektedirler (19,33).

Tablo 2: LAB familyaları ve cinsleri (14)

Aile	Cins	Hüresel morfoloji	Şeker fermentasyonu
<i>Aerococcaceae</i>	<i>Aerococcus</i>	Cocci-tetrads	Homofermentative
<i>Carnobacteriaceae</i>	<i>Carnobacterium</i>	Bacilli	Homofermentative
	<i>Enterococcus</i>	Cocci	Homofermentative
<i>Enterococcaceae</i>	<i>Tetragenococcus</i>	Cocci-tetrads	Homofermentative
	<i>Vagococcus</i>	Cocci	Homofermentative
<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>	Bacilli	Strain-dependent
	<i>Pediococcus</i>	Cocci-tetrads	Homofermentative
	<i>Leuconostocaceae</i>	Cocci	Heterofermentative
<i>Leuconostocaceae</i>	<i>Oenococcus</i>	Cocci	Heterofermentative
	<i>Weissella</i>	Cocci/bacilli	Heterofermentative
<i>Streptococcaceae</i>	<i>Lactococcus</i>	Cocci	Homofermentative
	<i>Streptococcus</i>	Cocci	Homofermentative

Tablo 3: Fermente sucuklardan izole edilen stafilocok ve mikrokokların fermente sucuklardaki işlevleri (26)

Familya	Cinsi	Türü	Metabolik Aktiviterleri
Staphylococcaceae	Staphylococcus (CNS)	<i>S. xylosus</i>	
		<i>S. carnosus</i>	(i) Nitrate reductase
		<i>S. equorum</i>	(ii) Proteolytic
		<i>S. succinus</i>	(iii) Lipolytic
			(iv) Catalase
Micrococcaceae	Micrococcus	<i>S. saprophyticus</i>	(i) Nitrate reductase
		<i>M. luteus</i>	(ii) Antioxidative
			(iii) Catalase
		<i>M. lylae</i>	(iv) Lipolytic
			(v) Proteolytic
	Kocuria	<i>K. varians</i>	(i) Nitrate reductase
		<i>K. kristinae</i>	(ii) Proteolytic
			(iii) Lipolytic

Laktobasiller kullanılan şekeri fermente ederek laktik asit oluştururlar. Oluşan laktik asit üründe antimikrobiyal etki sağladığı gibi, lezzet, aroma ve dilimlenebilme yeteneği üzerinde de etkili olmaktadır (34, 35). Asetik ve propiyonik asitler, etanol, hidrojen peroksit, reuterin, antimikrobiyal peptitler ve bakteriyosinler gibi başka maddeler de üretilebilir (36-39). Bu ürünler *Pseudomonas* spp., *Clostridium tyrobutyricum*, *Brochothrix thermosphacta*, *E. coli*, *Y. enterocolitica*, *L. monocytogenes*, *C. perfringens* gibi mikroorganizmaların üremelerini kontrol altına alabilmektedir (14,40-45). Laktik asit bakterileri sentezledikleri organik asitlerden, bakteriyosinlerden, H₂O₂ ve etanol ile ortamın pH'sını düşürdükleri ve oluşturdukları düşük oksidasyon-redüksiyon potansiyelinden dolayı istenilmeyen mikroorganizmaların çoğalmaları engellemektedirler (26).

Laktik asit bakterileri ürünlerin tekstür, nem, lezzet ve aroma gibi özelliklerine katkıda bulunur ve sentezledikleri nisin ve diğer lantibiyotikler veya pediosin benzeri bakteriyosinler ile antimikrobiyal etki sağlamaktadırlar (14). Fermente sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanılan LAB bakterileri genellikle *Lactobacillus* ve *Pediococcus*'lardır. Bu bakteriler glikozu fermente ederek laktik asit, çok az miktarda da, acetic acid, propionic acid ve ethanol sentezlerler. Bu bakteriler fakültatif veya microaerophilic, katalaz negatif olup, nitratı indirgemezler. Bazı suşları bakteriyosin sentezlemekte, *Pediococcus acidilactici* probiotik niteliktedir (26).

Laktik asit bakterileri (LAB), şekerleri metabolize etmeleri bakımından homofermentatif ve heterofermentatif olarak iki gruba ayrılmaktadırlar (46). Üretimde genellikle homofermentatif laktik asit bakterileri tercih edilmektedir. Ancak ticari amaçla kullanılan laktobasiller daha çok fakültatif heterofermentatif olanlardır. Fermente sucuk üretiminde en çok kullanılan suşlar ise *L. plantarum* (mezofilik) *L. sake* ve *L. curvatus* (psikrofilik)

suşlarıdır (18,47). Bu suşlar fermente ettikleri karbonhidrat sayılarına göre ise *L. Plantarum* > *L. Sake* > *L. curvatus* şeklinde sıralanmaktadır (48).

Bu bakterilerden; *L. lactis*, *L. brevis*, *L. acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. casei* sups. *rhamnosus*, *L. sake*, *L. curvatus*, *L. bavarian*, *L. alimentarius*, *L. carnis*, *L.farciminis*, *L.pentosus*, *L. viridescens*, *L. agilis*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. parvulus*, *P. acidilactici*, *P. cerevisiae*, *Leuconostoc (Lc) mesenteroides*, *Lc. paramesenteroides* (yeni klasifikasyonda *Weissella paramesenteroides*) ve *Carnobacterium piscicola* kullanılmaktadır (26).

Laktik asit bakterilerinin önemli bir işlevi de besin hijyeni bakımından büyük önem taşıyan ve fermente sucuklarda bulunabilecek *enterobakteriler*, *Salmonellalar*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojen ve toxinojen mikroorganizmaları inhibe etmeleridir. Özellikle *Lactobacillus sake* ve *Lactobacillus curvatus*'un inhibisyon etkisinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Sentezledikleri bakteriosinler ile patojen bakterilerin gelişimini engellemektedirler (Tablo 3) (31).

Lactobacillus plantarum ve *Lactobacillus sake* GDL ilave edilen sucuklarda gluconik asidi laktik ve asetik aside hidrolize ederler. Açığa çıkan asetik asit sucukta lezzet değişikliklerine neden olur. Bu nedenle GDL kullanılan sucuklarda *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus sake* kullanılmamalıdır. GDL ile birlikte starter olarak katalaz pozitif bakterilerin (*stafilokok* ve *mikrokok*) kullanılmasıyla daha üstün kalitede, lezzetli ve yumuşak sucuklar elde edilir (26).

Starter kullanılmadan olgunlaştırılan sucuklarda *Lactobacillus curvatus* ve *Lactobacillus sake* 20-22°C'de, *Lactobacillus plantarum* ise 25°C'nin üstünde baskın tür olduğu belirtilmektedir *Lactobacillus plantarum* farklı şekerleri fermente ederken, *Lactobacillus curvatus* laktoz ve sakkarozu, *Lactobacillus sake* ise sadece maltozu fermente etmektedirler (29,49).

Lactobacillus plantarum 13, *L. plantarum* 25 *L. plantarum* 41, *Pediococcus pentosaceus* 15, *P. pentosaceus* 74 ve *P. pentosaceus* 75 suşlarının bakteriosin ve bakteriosin benzeri metabolitler sentezledikleri belirtilmiştir. Schillinger ve Lücke (50) yaptıkları çalışmada et ve et ürünlerinde 238 adet laktobasil suşu tanımladılar. Bunlardan 131 tanesinin *L.sake*, 51 tanesinin *L.curvatus*, 16 tanesinin *L. divergens* 7 tanesinin *L. brevis*, 6 tanesinin *L.viridescens* 7 tanesinin *L. plantarum*, 4 tanesinin *L. hilgardii*, 4 tanesinin *L. carnis*, 3 tanesinin *L. farciminis*, 3 tanesinin *L. halotolerans* ve 1 tanesinin *L. cornyformis* olduğunu belirtmişlerdir. Çon ve Gökalp (51) Türkiye'de yapmış oldukları bir çalışmada, 51 adet sucuk örneğini incelemişlerdir. Bu sucukların doğal mikroflora-

sında *L. curvatus*, *L. delbrückii*, *L. pentosus*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* suşlarının olduğu belirlenmiştir. Özdemir (49), yapmış olduğu bir çalışmada, sucuk mikroflorasının %82,1'nin *L. sake*, %7,9'nun *L. curvatus*, %3,5'inin *L. agilis*, %2,8'inin *L. plantarum*, % 2,8'inin *L. viridences*, %0,4'ünün *L. casei supsp. rhamnosus* ve %0,4'ünün *L. carnis* olduğunu belirtmiştir.

Fermentasyon sırasında *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* gibi laktik asit bakterileri arasında hızlı rekabet (yarış) olmaktadır. Bu olas esnasında nitrat kütleme ajanı olarak kullanılmakta ve bu suşlar arasından sadece *L. plantarum* tarafından nitrite indirgenmektedir (32). Johansson ve ark. (52), yaptıkları bir çalışmada, *P. pentosaceus* ve *S. xylosus*'u starter kültür olarak birlikte kullanmışlardır ve olgunlaşma esnasında meydana gelen asit tadın asetik asitten ve D-laktik asitten kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Laktik asit üretimi ve pH düşüşüne bağlı olarak sucuklarda aşağıda belirtilen yararlı etkiler oluşmaktadır:

- Nitritin parçalanması ve renk oluşumu daha hızlı olmaktadır. pH 5.4-5.5'te NO myoglobin ile birleşip kırmızı rengi (nitroso-myoglobin) oluşturur.
- Aroma ve lezzet (ekşi tat vb.) kazandırırılar.
- İstenilmeyen(patojen, toksinojen ve bozulmada rol oynayan) mikroorganizmaların üremeleri engellenir.
- Daha güvenli ve raf ömrü uzun ürün elde edilir. Bu durum özellikle yüksek sıcaklıkta olgunlaştırılan sucuklarda daha da büyük önem taşır. Çünkü bu sıcaklıklarda *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium perfringens* çoğalabilir.
- pH proteinlerin izoelektrik noktalarına yaklaştıkça proteinlerin su tutma kapasitesi ve erime yetenekleri azalır. Buna bağlı olarak ürün çabuk kurur, konsistens (kıvam) kazanır ve dilimlenebilme özelliği artar. Ayrıca asit (pH 5.4-5.5) et proteinlerinin denaturasyonu ve koagülasyonuna neden olur ve sucuk daha sıkı bir yapı, iyi bir tekstür kazanır.
- Bazı türleri bakteriosin (nisin, pediocin ve lantibiotikler) sentezledikleri için bio-koruyucu etkileri de söz konusudur. Bu bakteriosinler bazı patojenleri (örneğin; *L. monocytogenes*) inhibe ederler (53-56).

Laktik asit bakterilerinin düşük düzeyde nitrat/nitrit redüktaz aktivitesine sahip oldukları, ancak bu etkilerinin fermentasyon koşullarında oluşmadığı vurgulanmaktadır. *Lactobacillus plantarum*'un invitro ortamda nitratı redükte ettiği ancak fermente üründe bu etkinin sınırlandığı belirtilmiştir. Yalnız et ve ürünlerinde bu bakterilerden *Lactobacillus brevis*, *L. curvatus*

ve *L.carnis*'in biyojen amin ürettikleri tespit edilmiştir. *Lactobacillus alimentarius* modifiye atmosfer (MA) veya vakum ambalajlı et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak, tat ve görünümünü korumak için kullanılır. MA veya vakum ambalajlı çiğ, pişmiş veya işlem görmüş et ürünlerinde bozulmaya neden olan laktik asit bakterileri ile *Listeria monocytogenes*'in çoğalmasını önlemektedir. Sucuk hamurunun her gramında 10^6 - 10^8 adet bakteri olacak şekilde laktik asit bakterileri ilave edilir. Başka bir kaynaktan sucuk hamuruna $5-8 \log_{10}$ kob/g olacak şekilde laktik asit bakterileri ilave edilmelidir (26).

B) Mikrokok familyası (mikrokok ve stafilokoklar)

Mikrokok familyası Gram (+), aerob olup, katalaz, nitrat ve nitrit redüktaz pozitif, koagulaz-negatif koklardır. Üründeki etkileri Tablo 1'de özetlenmiştir. Lezzete katkıda bulunmanın yanı sıra *Staphylococcus* ve *Kocuria*, nitrat-redüktaz ve antioksidan aktiviteler de sağlar. Bu familyada; *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus carnosus*, *Kocuria varians* (*Micrococcus varians*), *Micrococcus aurantiacus*, *Micrococcus auranticus* M53, *Staphylococcus saprophyticus*, *S. sciuri* kullanılmaktadır (57-58).

Aside ve özellikle düşük su aktivitesine duyarlı oldukları için olgunlaştırma süresince sayıları azalır. pH 5.4'ün altında nitrat redüktaz enziminin aktivitesi durur. Bu bakımdan kolay fermente edilebilir şekerler (monosakkarit) kullanıldığında ortamın pH'sı çok çabuk düşeceği için bu enzimin aktivitesi engellenir ve nitrat nitrite indirgenemez. Bu nedenle nitrat kullanıldığı zaman hamurun pH'sı ilk saatlerde 5.4'ün üzerinde olmalıdır (26).

Koagulaz negatif stafilokoklardan (CNS=coagulase-negative staphylococci) arasında et ürünlerinin fermantasyonunda en çok kullanılan türler fakültatif anaerob *Staphylococcus carnosus* ve *S. xylosum*'tur (59). Aerob olan *Micrococcaceae* ve *Kocuria* spp. familyası çoğunlukla sucuklarda kullanılmaktadır (60).

Gram (+) katalaz (+) koklar (GCC+) et starterlerinin ikinci önemli gruplarıdır ve non patojenik koagulaz negatif stafilokoklardan (CNS) oluşur. Bu gruptan en önemli starter kültürler *Staphylococcus* ve *Kocuria* cinsine ait suşlardır (60). Et ve et ürünleri starter kültürleri olarak CNS'ler, nitrat redüktaz aktivitelerine dayalı olarak yeterli bir renk gelişimine katkıda bulunur. Öte yandan katalaz aktiviteleri oksidatif hasarı azaltır ve metabolizmaları tat gelişimine katkıda bulunur. CNS'nin tat oluşturma potansiyeli az tuzlu (14,61) veya az yağlı (62, 63) sucuk (64) üretiminde daha da önemlidir. Bununla birlikte, CNS'nin teknolojik özelliklerinden yararlanabilmemiz için CNS'nin metabolik potansiyeli daha fazla araştırılmalıdır (65).

Bakteriyosinogenik LAB ve *S. xylosus* ve *S. carnosus*' un seçilmiş suşları, ürünlerin güvenliğini, rengini ve lezzetini geliştirmek için ticari olarak kullanılmaktadır. Farklı starter kültür suşları arasında üreme ve proteolitik aktivite gibi pozitif-olumlu etkileşimleri değerlendirmek de önemlidir (66-69).

Doğal koşullarda fermente edilen et ürünlerinde *Staphylococcus carnosus* ve *Staphylococcus xylosus* dominant florayı oluşturur. Bu kültürler aminoasitleri ve yağ asitlerini parçalayıp aroma ve lezzet oluşumuna çok önemli katkıda bulunurlar (Tablo 2 ve 3). Türk tipi fermente sucuğun kalitesine farklı starter kültür kombinasyonlarının (*Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus sakei*) olgunlaşma sürecindeki etkisi değerlendirilmiş ve lipolitik starter kültürlerin (*S. carnosus*/*L. sakei*), kuru fermente edilmiş sucukların olgunlaşmasını hızlandırmada ve kalitesini artırmada olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (70).

Kocuria varians (*Micrococcus varians* olarak bilinen) nitrat redüktaz enzimini sentezlediği için üründe hızlı renk oluşumuna neden olmaktadır. *Kocuria varians* optimum 22-37°C' lerde faaliyet göstermektedir. (33).

Papamanoli ve ark. (71) Yunanistan'da yerel üretilen fermente sucukların doğal mikroflorası üzerine yaptıkları bir çalışmada, sucuk örneklerinde %91 oranında *Staphylococcus* spp. belirlemişlerdir. Bu stafilokok türlerinin ise (%22'sinin *S. saprophyticus*, %20'sinin *S. carnosus*, %10'nun *S. xylosus* ve geriye kalanların ise *S. auricularis*, *S. capitis* ve *S. epidermidis* türleri olduğunu bildirmişlerdir.

Koagulaz negatif stafilokoklar aşağıdaki işlevlerde bulunurlar (26).

- Aroma oluşumuna katkıda (lipolitik ve proteolitik etkileriyle) bulunurlar.
- Aerob oldukları için anaerob ortam oluşturarak laktik kültürlerin gelişmelerine olanak sağlarlar, oksijenin renk ve yağ üzerindeki olumsuz etkisini önlerler.
- Renk oluşumunda (nitrat/nitrit redüktaz enzimleriyle) önemli rol oynarlar.
- Sentezledikleri katalaz enzimiyle hidrojen peroksiti yıkımlarlar. Böylece hidrojen peroksitin tat (acılık) ve renk üzerindeki olumsuz etkisini engellerler.
- Residuel (artık) nitriti laktobasillerle birlikte hidrolize ederek zarsız duruma getirirler.

Alperden ve Özay (77), mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu-sal nitelikleri bakımından çabuk olgunlaştırılan sucuklarda *S. carnosus* + *L. plantarum*, *S. carnosus* + *P. acidilactici*, *S. carnosus* + *L. plantarum* + *P. Pentosaceus*; açık havada (doğal koşullarda) olgunlaştırılan fermente sucuklarda ise *S. carnosus* + *L. plantarum* + *P. acidilactici*, *L. plantarum* + *S. carnosus* + *P. pentosaceus*'un farklı oranlardaki kombinasyonlarını starter kültür olarak önermişlerdir. *S. xylosus* + *P. acidilactisi* + *L. bavar-ian*'dan oluşan karışım bakteriosinler sentezledikleri için *listeria*'ların gelişmelerini engellerler. Hatta *listeria*'ların sayısında azalmaya neden ol-maktadırlar (26).

Tremonte ve ark. (72) *S. xylosus* ve *Kocuria varians*'ın birlikte kulla-nılmasının *L. sakei*'nin üremesini stimule ettiğini ve proteolizis üzerinde pozitif etki oluşturduklarını bildirmişlerdir.

Bir araştırmada ülkemize özgü kuru fermente sucuklarda *Staphylo-coccus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Lactobacillus sakei* kültür kombinasyonunda lipolytic starter kültürlerin (*S. Carnosus* / *L. sakei*) fer-mentasyonu hızlandırdığı, kaliteyi olumlu etkilediği vurgulanmıştır (26).

Gençcelep (73) yaptığı bir çalışmada, sucuk üretiminde çeşitli ticari starter kültürlerin nitrit seviyelerinin (0,75 ve 150 ppm) ve olgunlaşma süresinin biyojen amin oluşumu üzerine etkilerini incelemiştir. Bu amaçla kontrol, starter A (*Lactobacillus sakei*+*Staphylococcus carnosus*) ve starter B (*Pediococcus acidilactici*+*Staphylococcus xylosus*+*Lactobacillus curvatus*) olmak üzere üç grup oluşturmuştur. Starter kültür kullanımının putresin, kadaverin, triptamin ve tiramin miktarlarının azalmasına neden olduğunu ($p<0,05$), ancak spermidin ve spermin üzerine ise etkili olmadığını vurgulamıştır. Starter A ve B'nin biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkilerinin istatistiksel olarak farklı olmadığını tespit etmiştir ($p>0,05$). Nitrit kullanımının spermin ve spermidin hariç biyojen amin oluşumunu etkilediğini, nitrit ilave edilmeyen örneklerde feniletilamin, kadaverin, putresin, triptamin ve tiramin miktarlarının nitrit ilaveli örneklere oranla daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

C) Küfler

Küfler Romanya, Bulgaristan, İtalya, Fransa, Macaristan, İspanya, Avusturya, İsviçre, Belçika ve Almanya'nın güney kısımlarında fermente et ürünlerinde kullanılmaktadır (26).

Olgunlaşma sürecinin başlangıcında, yüzey mikobiyotası esas olarak mayalardan oluşur; ancak a_w azaldıkça küfler mayaları geride bırakır ve nihai üründe baskın hale gelir Küfler, fermente et ürünlerinin yüzeyinde kolonize olur. Katı aeroblar olarak küf starterleri yüzey aşılıdır ve esas olarak *Penicillium nalgiovense* ve *P. gladioli* türlerine aittir (14,74).

Toxic nitelikte olmayan küflerden; *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium variabile*, *Penicillium nalgiovense*, *Penicillium candidum*, *Penicillium communeae*, *P. camemberti*, *Penicillium frequentans* kullanılmaktadır. Küfler aerob oldukları için ürünün dış yüzeyinde çoğalırlar ve sucukta fiziksel koruyucu rol oynarlar. Küfler sucukları oksijenden (lipid oksidasyonunu önlerler) ışık, kontaminasyon ve kurumaya karşı korudukları gibi, zararlı küflerin sucuğun iç kısmına girmelerini de önlerler (18,47,75,76).

Aslında, sucukların yüzeyinde miselyum bulunmasının birkaç ana avantajı vardır:

- Ürünün homojen bir şekilde dehidrasyonuna izin vererek aşırı kurumayı önler (74).
- Peroksitleri metabolize ederek yağı oksidasyondan korur ve böylece acılaşmayı önler (74).
- Ürün yüzeyindeki O₂ seviyelerini azaltır, böylece oksidatif süreçleri önler ve et rengini iyileştirir (78).
- Yağları, proteinleri ve laktik asidi parçalayarak nihai ürünün aromasına katkıda bulunur, böylece pH artışını destekler (74).

Ürünün yüzeyinde gelişen küf miselleri ürünün aşırı kurummasını engeller, homojen şekilde kurummasını sağlar, peroksitleri metabolize ederek oxidationdan koruyarak acılaşmayı önler, sucuğun yüzeyinde oksijen miktarını düşürerek ürünü oxidative olaylardan korur ve rengi iyileştirir, protein ve yağları parçalayarak aroma ve *lezzete* katkı sağlar (Tablo 3) (26).

Fermente edilen sucuklarda *Penicillium nalgiovense* ve *P. camemberti* yaygın olarak kullanılan küf türleridir. Sunesen ve Stahnke (79), sucuk hamuruna starter kültür olarak *Lactobacillus curvatus* ve *Micrococcus varians*'ı ilave ederek ve *P. nalgiovense*'yi yüzeye uygulayarak ürettikleri sucuklarda saptadıkları 4-heptanonun küflerin β -oksidasyonu sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir.

Et ürünleri için toksikolojik ve teknolojik olarak uygun ilk küf starter kültür olan *P. nalgiovense* suşu, 1972'de Mintzlafl ve Leistner tarafından belirlenmiştir. *Penicillium nalgiovense* salamların yüzeyine uygulanmaktadır. Yüzeyde belirgin beyazımsı ve ince bir tabaka oluşturur. Yüzey florasını kontrol ederek istenmeyen maya, küf ve bakterilerin çoğalmasını önlemektedir. *Penicillium nalgiovense* mycotoxin oluşumunu engellediği gibi, proteolitik ve lipolitik etkilerinden ötürü aroma oluşumuna da katkıda bulunur. Ürünün yüzeyinde istenilmeyen mikroorganizmaların gelişmelerini engellemek için *Penicillium chrysogenum* kullanılmalı ve sucuklar 25-26°C'lerde olgunlaştırılmalıdır (79). Küflerin starter kültür olarak kullanımına ilişkin bazı çalışmalar yürütülmektedir (76,80). Örneğin, farklı et

ve yağ dokusu seçimleri ile üretilen ve ticari bakteri starter kültürleri olan ve olmayan yaban domuzu kalıbında olgunlaştırılmış salamın kalite özellikleri araştırılmıştır (81). Bruna ve ark. (76), ürettikleri fermente sucukların yüzeyine yoğun olarak uyguladıkları *P. camemberti*'nin serbest yağ asitlerinin, serbest amino asitlerinin ve uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarında artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bileşiklerin önemli bir kısmının amino asitlerin parçalanması sonucu oluşan dallanmış aldehitler ve esterler olduğu ve üründe lezzet oluşumunda etkili oldukları vurgulanmıştır.

Havada kurutularak olgunlaştırılan fermente sucukların tipik görünüş ve aromaları büyük ölçüde yüzey florası tarafından oluşturulur. Özellikle küfler ve mayalar burada önemli rol oynarlar. Bu tür çiğ sucuklara duman uygulanmamalıdır. Şayet dumanlanmış sucukların yüzeylerine küf uygulanacaksa, dumanın tamamen temizlenmesi ve duman kökenli maddelerin sucuğun yüzeyinde kalmaması gerekir. Aksi durumda küfler çoğalmazlar (26).

Genellikle küfler tek başına starter olarak kullanılmazlar, diğer starter kültürler ile kombine kullanılır. Bazı Akdeniz kuru sucuklarında aroma ve görünümde etkili olurlar. Küfler daima sucuğun dış yüzeyine uygulanır. İki farklı şekilde kullanılabilir. Hamur kılıflara doldurulduktan sonra her 1 mL'sinde 10^6 - 10^8 adet küf sporu içeren taze küf solusyonu genellikle 2-3 gün sucuğun yüzeyine püskürtülmeli veya küf solusyonuna sucuklar daldırılmalı. Başka bir kaynaktan ise küf sporlarını içeren solusyon 3-4 log küf sporu/cm² olacak şekilde sucuğun dış yüzeyine (kılıfa) uygulanmalıdır. Aynı şekilde maya ve küf karışımları da uygulanabilir (26).

D) Mayalar

Mayalar, fakültatif aerob, katalaz pozitif ve tuza toleranslıdır, et starter kültürü olarak kullanılan en yaygın mayalar aerob veya fakültatif anaerobik özellikte olan *Debaryomyces* spp. ve *Candida* spp.'dir. Starter kültür olarak *Debaryomyces hansenii*, *Debaryomyces kloeckeri*, *Candida utilis* ve *Candida famata* kullanılmaktadır. Hem bakteriyel hem de maya starterleri et hamurlarına katılmaktadırlar (14). *Debaryomyces* suşlarının eklenmesi sucukların sertleşmesini, rengini ve lezzetini geliştirmede önemli etki sağladığından mayaların, fermente sucukların üretiminde starter kültür olarak kullanılması önerilmiştir (83). *Debaryomyces* spp. starter kültürleri fermente sucukların renk, aroma, lezzet kazanımında ve korumasında rol oynarlar (26).

Mayalar, fermente sucuklarda gelişen mikrobiyotanın karakteristik bileşenleridir. Mayalar doğal olarak taze ette bulunduğu için, kökenleri kullanılan et, katkı maddeleri ve baharatlardan geçmektedir. Yaygın olarak

Candida, *Rhodotorula*, *Debaryomyces* ve *Trichosporon* cinsleri kullanılmaktadır. Fermente etlerde laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen laktik asit ortamı değiştirilerek tüm besinleri ve enerjiyi kullanan ve hızlı çoğalan mayaların gelişimini desteklemektedir (84). Fleur du saucisson” olarak bilinen fermente sucuklar, yalnızca maya kültürleri kullanılarak üretilmektedir (26).

Kuru kürlenmiş et ürünlerinin karakteristik lezzetinin oluşumunda mayaların etkili olduğu belirtilmiştir (85-87). Ayrıca, optimize edilmiş konsantrasyonlarda *Debaryomyces* spp. içeren kuru fermente sucuk üretimi LAB ve CNS varlığında, acılaşıma gelişimini engelleyerek ve uygun sucuk aromasına katkıda bulunan etil esterler üreterek duyu kalite üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır (86).

Mayalar nitrata indirgemezler (18). Olesen ve Stahnke (88), fermente sucuklarda *Debaryomyces hansenii* ve *Candida utilis*'in aroma üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, *C. utilis*'in isoleucine, leucine, valin ve fenilalaninden alkoller ve esterler gibi çeşitli uçucu aroma bileşiklerinin oluşumunda daha etkili, *D. hansenii*'nin bu bileşiklerin oluşumunda daha sınırlı aktivite gösterdiğini bildirilmiştir.

Sucuklarda renk stabilizasyonunda ve aroma oluşumuna katkıda bulunurlar (Tablo 1). Protein, yağ ve karbonhidratları parçalayarak aroma oluştururlar (18,47,75,88). Sucuğun spontan olarak olgunlaşması sırasında sucukta doğal olarak bulunan mayaların başında *Hansenula anomala*, *Torulopsis candida*, *Candida tropicalis*, *Pichia membranaefaciens*, *Pichia farinose*, *Debaryomyces hansenii*, *Rhodotorula rubra*, *Cryptococcus* ve *Trichosporon* türlerinin de yer aldığı belirtilmektedir.

Maya kültürü üç farklı şekilde kullanılabilir. Maya kültürü hamura ilave edilebilir, hamur kılıflara doldurulduktan sonra sucuğun yüzeyine püskürtülür veya maya solüsyonuna sucuklar daldırılır. Sucuğun yüzeyine uygulamanın daha uygun olduğu ve fiziksel olarak koruyucu etkide bulunduğu vurgulanmaktadır. Sucuk hamurunun her bir gramında 10^6 - 10^8 adet maya kültürü olacak şekilde ilave edilir. Başka bir kaynaktan ise sucuk hamuruna $4-6 \log_{10}$ kob/g olacak şekilde maya kültürü ilave edilmelidir. Laktik asit bakterileri, *Micrococcus* ve *Debaryomyces* spp. kombinasyonunun kullanılmasıyla, ransiditenin ve etil esterlerin oluşmadığı, duyu kalitesinden daha kaliteli (özel aromaya sahip) kuru fermente sucuk üretiminin olabileceği belirtilmektedir (26).

Streptomycesler (Actinomycetes)

Gram (+), obligat aerob misel oluşturan mantarlardır. Kolonileri beyaz toz serpilmiş gibi bir görünümde olurlar. Bunlardan *Streptomyces griseus* starter olarak kullanılır. Etken hareketsiz, katalaz, proteaz ve glikoz isome-

raz pozitif olup, fermente çiğ sucuklarda renk ve aroma oluşumunda etkili olduğu bildirilmektedir (19).

Sonuç

Kaliteli (mikrobiyal, duyuusal ve kimyasal) fermente et ürünü üretmek için üretim, muhafaza ve taşıma aşamalarında hijyene dikkat edilmeli, kaliteli ham ve katkı maddesi ile starter kültür kullanılmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Yörük GN, Güner A. Laktik asit bakterilerinin sınıflandırılması ve *Weissella* türlerinin gıda mikrobiyolojisinde önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 2011;6(2):163-176.
2. Montel MC, Talon R, Beragué JL, Cantonnet M. Effects of starter cultures on biochemical characteristics of French dry sausages. Meat Science; 1993;35:229-240.
3. Korel F. Analyses of fermented sausages and the use of starter cultures and carbohydrate substrates in fermented turkey sausage. Clemson University, Thesis of Master of Science Animal and Food Industries. Clemson, USA. 1996.
4. Holzapfel WH, Schillinger U, Geisen R, Lücke FK. Starter and protective cultures. In: Russell NJ, Gould GW (eds.) Food Preservatives. Boston, MA: Springer; 2003. p. 291-320. doi: 10.1007/978-0-387-30042-9_14.
5. Young NWG, O'sullivan GR. 5 - The influence of ingredients on product stability and shelf life. In: Kilcast D and Subramaniam P (eds.) Food and Beverage Stability and Shelf Life. Sawston: Woodhead Publishing; 2011. p. 132-183. doi: 10.1533/9780857092540.1.132.
6. Fraqueza MJ, Patarata L, Lauková A. Protective starter cultures and bacteriocins in fermented meats. In: N. Zdolec (ed.) Fermented Meat Products: Health Aspects. New York, NY: CRC Press; 2016. p. 228-269.,
7. Hampikyan H, Ugur M. The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). Meat Science; 2007;76:327-332. doi: 10.1016/j.meatsci.2006.11.014.
8. Luxananil P, Promchai R, Wanasen S, Kamdee S, Thepkasikul P, Plengvidhya V, et al. Monitoring *Lactobacillus plantarum* BCC 9546 starter culture during fermentation of Nham, a traditional Thai pork sausage. Int. J. Food Microbiology; 2009;129:312-315. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.011.
9. Baka AM, Papavergou EJ, Pragalaki T, Bloukas JG, Kotzekidou P. Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages. LWT Food Sci. Technology; 2011;44:54-61. doi: 10.1016/j.lwt.2010.05.019.
10. Wang XH, Ren HY, Liu DY, Zhu WY, Wang W. Effects of inoculating *Lactobacillus sakei* starter cultures on the microbiological quality and nitrite depletion of Chinese fermented sausages. Food Control; 2013;32:591-596. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.01.050.
11. Ciuciu Simion AM, Vizireanu C, Alexe P, Franco I, Carballo J. Effect of the use of selected starter cultures on some quality, safety and sensorial properties of Dacia sausage, a traditional Romanian dry-sausage variety. Food Control; 2014;35:123-131. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.06.047.
12. Elias M, Potes ME, Roseiro LC, Santos C, Gomes A, Agulheiro-Santos

- AC. The effect of starter cultures on the portuguese traditional sausage “Paio do Alentejo” in terms of its sensory and textural characteristics and polycyclic aromatic hydrocarbons profile. *J. Food Res*; 2014;3:45-56.
13. Marusic N, Vidacek S, Janci T, Petrak T, Medic H. Determination of volatile compounds and quality parameters of traditional Istrian dry-cured ham. *Meat Science*; 2014;96:1409-1416. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.12.003.
 14. Laranjo M, Elias M, Fraqueza MJ. The Use of Starter Cultures in Traditional Meat Products. *Hindawi Journal of Food Quality*; 2017;ID 9546026:18.
 15. Bacus JN, Brown WL. Use of microbiological cultures in meat products. *Food Technology*; 1981;24, 6:891-898.
 16. Vural H, Öztan A. Türk sucuklarında ticari starter kullanımı üzerine araştırmalar. *Gıda*; 1991;16:4, 237-240.
 17. Vignolo G, Castellano P, Fadda S. Bioprotective Cultures. In: Toldr’a F (ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. John Wiley & Sons, Ltd., 2015. p. 129-138.
 18. Hammes WP, Knauf HJ. Starters in the processing of meat products. *Meat Science*; 1994;49(Suppl.1):125-138.
 19. Candoğan K. Bacterial starter cultures, aging and fermentation effects on some characteristics of fermented beef sausages. Clemson University, Thesis of Doctor of Philosophy of Food Tecnology, Clemson, USA, 2000.
 20. Lücke FK. Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*; 2000;56(2):105-115.
 21. Akbulut N, Kınık Ö. Starter Kültürlerin gıda ve süt endüstrisinde koruyucu roller. *Gıda*; 1993;18: 397-401.
 22. Laranjo M, Potes ME, Elias M. Role of starter cultures on the safety of fermented meat products. *Front. Microbiol*; 2019;10.
 23. Jensen LB, Paddock, LS. Sausage treatment, Patent US 2225783 A. 1940.
 24. Everson CW, Danner WE, Hammes PA, “Bacterial starter cultures in sausage products,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 1970;18(4):570-571.
 25. Niinivaara FP, Pohja MS, Komulain Se. Some aspects about using bacterial pure cultures in manufacture of fermented sausages. *Food Technology*; 1964; 18:147.
 26. Arslan A. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Özkan matbaacılık Ltd. Şti; Ankara, 2002.
 27. Türk Gıda Kodeksi (TGK). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları Ve Et Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2018/52, Sayı: 30670), 2019.
 28. Buckenhüskes HJ. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS microbiology reviews*; 1993;12(1-3):253-271.

29. Lücke FK, Hechelmann H. Assessment of botulism hazards from German-type shelf-stable pasteurized meat products. In *Proceedings, 2nd World Congress on Foodborne Infections and Intoxications, Berlin (W), 1986*: 26-30.
30. Wright AV, Axelsson L. "Lactic Acid Bacteria: An Introduction," In: Laitinen S, Ouwehand AC, Salminen S, Wright AV (eds.) *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*. CRC Press, Taylor Francis Group, New York, NY, USA, 2012. p. 1-16,
31. Fraqueza MJ, Patarata L, Lauková A. Protective starter cultures and bacteriocins in fermented meats. In: Zdolec N (ed.) *Fermented Meat Products: Health Aspects*. New York, NY: CRC Press, 2016. p. 228-269.
32. Kröckel L. Bacterial fermentation of meat. In: Campbell-Plat G, Cook PE (eds.) *Fermented Meats*. Chapman and Hall, New York, NY; 1995. p. 69-109.
33. Jessen B. Starter cultures for meat fermentation. In: Campbell-Plat G, Cook PE (eds.) *Fermented Meats*. Chapman and Hall, New York, NY; 1995. p. 130-159.
34. Krockel L. *The Role of Lactic Acid Bacteria in Safety and Flavour Development of Meat and Meat Products*. London: Intech Open. 2013.
35. Bassi D, Puglisi E, Cocconcelli PS. Comparing natural and selected starter cultures in meat and cheese fermentations. *Curr. Opin. Food Sci*; 2015;2:118-122. doi: 10.1016/j.cofs.2015.03.002.
36. Caplice E, Fitzgerald GF. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *Int. J. Food Microbiol*; 1999;50:131-149. doi: 10.1016/s0168-1605(99)00082-3.
37. Galvez A, Lopez RL, Abriouel H, Valdivia E, Omar NB. Application of bacteriocins in the control of foodborne pathogenic and spoilage bacteria. *Crit. Rev. Biotechnol*; 2008;28:125-152. doi: 10.1080/07388550802107202.
38. Young NWG, O'sullivan GR. 5 - The influence of ingredients on product stability and shelf life. In: Kilcast D, Subramaniam P (eds.) *Food and Beverage Stability and Shelf Life*. Sawston: Woodhead Publishing, 2011. p. 132-183. doi: 10.1533/9780857092540.1.132.
39. Reis JA, Paula AT, Casarotti SN, Penna ALB. Lactic acid bacteria antimicrobial compounds: characteristics and applications. *Food Eng. Rev*; 2012;4:124-140. doi: 10.1007/s12393-012-9051-2.
40. Baka AM, Papavergou EJ, Pragalaki T, Bloukas JG, Kotzekidou P. Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages. *LWT Food Sci. Technol*; 2011;44:54-61. doi: 10.1016/j.lwt.2010.05.019.
41. Casquete R, Benito MJ, Martín A, Ruiz-Moyano S, Pérez-Nevado F, Córdoba MG. Comparison of the effects of a commercial and an autochthonous

- nous *Pediococcus acidilactici* and *Staphylococcus vitulus* starter culture on the sensory and safety properties of a traditional Iberian dryfermented sausage “salchichón”. *Int. J. Food Sci; Technol.* 2012;47:1011-1019. doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02935.x.
42. Cenci-Goga BT, Rossitto PV, Sechi P, Parmegiani S, Cambiotti V, Cullor JS. Effect of selected dairy starter cultures on microbiological, chemical and sensory characteristics of swine and venison (*Dama dama*) nitrite-free dry-cured sausages. *Meat Sci;* 2012;90:599-606. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.09.022.
 43. Pragalaki ve ark., 2013
 44. Gänzle MG. Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Curr. Opin. Food Sci;* 2015;2:106-117. doi: 10.1016/j.cofs.2015.03.001.
 45. Di Gioia D, Mazzola G, Nikodinoska I, Aloisio I, Langerholc T, Rossi M, et al. Lactic acid bacteria as protective cultures in fermented pork meat to prevent *Clostridium* spp. growth. *Int. J. Food Microbiol;* 2016;235:53-59. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.06.019.
 46. Caplice E, Fitzgerald GF. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology;* 1999;50:131-149.
 47. Girard JP, Bucharles C. Acid fermentation. In: Girard JPA, Horwood E (eds.) *Technology of meat and meat products*. London, England, 1992. p. 138-164.
 48. Ensoy Ü. Hindi Sucuğu Üretiminde Starter Kültür Kullanımı ve Isıl İşlem Uygulamasının Ürün Karakteristikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Ankara, 2004.
 49. Özdemir H. Türk Fermente Sucuğunun Florasındaki Dominant Laktobasil Türlerinin Sucuğun Organoleptik Nitelikleri ile İlişkisi. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg;* 1999;46(2-3):189-198.
 50. Schillinger U, Lücke FK. Identification of lactobacilli from meat and meat products. *Food Microbiology;* 1987;4(3):199-208.
 51. Çon AH, Gökalp HY. Production of bacteriocin-like metabolites by lactic acid cultures isolated from sucuk samples. *Meat Science;* 2000;55(1):89-96.
 52. Johansson G, Berdagué JL, Larsson M, Tran N, Borch E. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science;* 1994;38:203-218.
 53. Smith JL, Palumbo SA. Use of starter cultures in meats. *Journal of Food Protection;* 1983;46(11):997-1006.

54. Vignolo GM, Holgado APR, Oliver G. Use of bacterial cultures in the ripening of fermented sausages. *Journal of Food Protection*; 1989;52(11):787-791.
55. Dainty R, Blom H. Flavour chemistry of fermented sausages. *Fermented Meats*; 1995:176-193.
56. Hagen BF, Berdagué JL, Holck AL, Næs H, Blom H. Bacterial proteinase reduces maturation time of dry fermented sausages. *Journal of Food Science*; 1996;61 (5):1024-1029.
57. Talon R, Walter D, Chartier S, Barri`ere C, Montel MC. Effect of nitrate and incubation conditions on the production of catalase and nitrate reductase by *Staphylococci*. *International Journal of Food Microbiology*; 1999;52(1-2):47-56,
58. Talon R, Walter D, Montel MC. Growth and effect of staphylococci and lactic acid bacteria on unsaturated free fatty acids. *Meat Science*; 2000;54(1):41-47.
59. Stavropoulou DA, De Vuyst L, Leroy F. Nonconventional starter cultures of coagulase-negative staphylococci to produce animal-derived fermented foods, a SWOT analysis. *J. Appl. Microbiol*; 2018;125:1570-1586. doi:10.1111/jam.14054.
60. Cocconcelli PS, Fontana C. Bacteria. In: F. Toldrá (ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Chichester: JohnWiley & Sons; 2015:117-128.
61. Laranjo M, Gomes A, Agulheiro-Santos AC, et al., Characterisation of “Catal`ao” and “Salsich`ao” Portuguese traditional sausages with salt reduction. *Meat Science*; 2016;116: 34-42.
62. Lorenzo JM, Montes R, Purri`nos L, Franco D. Effect of pork fat addition on the volatile compounds of foal dry-cured sausage. *Meat Science*; 2012; 91(4): 506-512,
63. Venturini AC, Cavenaghi AD, Castillo CJC, Qui`nones EM. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. *Ci`encia e Tecnologia de Alimentos*; 2011; 31(3):629-634.
64. Ravyts F, Steen L, Goemaere O, Paelinck H, De Vuyst L, Leroy F. The application of staphylococci with flavourgenerating potential is affected by acidification in fermented dry sausages. *Food Microbiology*; 2010;27(7):945-954.
65. Mainar MS, Stavropoulou DA, Leroy F. Exploring the metabolic heterogeneity of coagulase-negative *staphylococci* to improve the quality and safety of fermented meats: A review. *International Journal of Food Microbiology*; 2017;247,
66. Casaburi A, Di Martino V, Ferranti P, Picariello L, Villani F. Technological properties and bacteriocins Production by *Lactobacillus curvatus* 54M16 and its use as starter culture for fermented sausage manufacture. *Food*

- Control; 2016;59:31-45,
67. Barbosa MZ, Todorov SD, Ivanova I, Chobert JM, Haertl'e T, de Melo Franco BDG. Improving safety of salami by application of bacteriocins produced by an autochthonous *Lactobacillus curvatus* isolate. *Food Microbiology*; 2015;46:254262,
 68. Simonov'a M, Stropfov'a V, Marci'n'akov'a M, et al. Characterization of *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* isolated from Slovak meat products. *Meat Science*; 2006;73(4):559-564,
 69. Fiorentini AM, Sawitzki MC, Bertol TM, Sant'Anna ES. Viability of *Staphylococcus xylosus* isolated from artisanal sausages for application as starter cultures in meat products. *Brazilian Journal of Microbiology*; 2009;40(1):129-133.
 70. Bingol EB, Yilmaz F, Yardibi H, et al. Effect of lipolytic starter cultures on ripening and quality of Turkish type fermented sausages (sucuk). *Current Opinion in Biotechnology*; 2011;22:97.
 71. Papamanoli E, Kotzekidou P, Tzanetakis N, Litopoulou-Tzanetaki E. Characterization of Micrococcaceae isolated from dry fermented sausage. *Food Microbiology*; 2002;19:441-449.
 72. Tremonte P, Reale A, Di Renzo T, et al. Interactions between *Lactobacillus sakei* and CNC (*Staphylococcus xylosus* and *Kocuria varians*) and their influence on proteolytic activity. *Letters in Applied Microbiology*; 2010;51(5):586-594.
 73. Gençcelep H. Sucuk Üretiminde Değişik Starter Kültürler ve Farklı Nitrit Seviyelerinin Biyojen Aminlerin Oluşmu Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 2006.
 74. Berni E. Molds. In: Toldr'a F (ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. UK, JohnWiley Sons, Ltd; 2015.
 75. Hammes WP, Hertel C. New developments in meat starter cultures. *Meat Science*; 1998;49(1):125-138.
 76. Bruna JM, Hierro EM, de la Hoz L, Mottram DS, Fernandez M, Ordonez JA. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*; 2003;2657:1-15.
 77. Alperden İ, Özay G. *Fermentation Technologies in Food Production*. TÜ-BİTAK, Marmara Research Center Food and Refrigeration Technology Department, 1993.
 78. Bruna JM, Hierro EM, De La Hoz L, Mottram DS, Fern'andez M, Ord'o~nez JA. Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*; 2003;85(1-2):111-

125,

79. Sunesen LO, Stahnke LH. Mould starter cultures for dry sausages-selection, application and effects. *Meat Science*; 2003;65(3):935-948,
80. Ludemann V, Greco M, Rodríguez MP, Basílico JC, Pardo AG. Conidial production by *Penicillium nalgiovense* for use as starter cultures in dry fermented sausages by solid state fermentation. *LWT- Food Science and Technology*; 2010;43(2):315-318.
81. Paulsen P, Vali S, Bauer F. Quality traits of wild boar mould-ripened salami manufactured with different selections of meat and fat tissue, and with and without bacterial starter cultures. *Meat Science*; 2011;89(4):486-490.
- 82.
83. Selgas MD, García ML. Yeasts. In: Toldrá F. (ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. USA, Wiley Blackwell; 2015:139-146.
84. Mendonça RCS, Gouveia DM, Hungaro HM, Sodré ADF, Querol-Simon A. Dynamics of the yeast flora in artisanal country style and industrial dry cured sausage (yeast in fermented sausage). *Food Control*; 2013;29(1):143-148.
85. Dura MA, Flores M, Toldrá F. Effect of *Debaryomyces* spp. on the proteolysis of dry-fermented sausages. *Meat Science*; 2004;68:319-328.
86. Flores M, Durá MA, Marco A, Toldrá F. Effect of *Debaryomyces* spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages. *Meat Science*; 2004;68(3):439-446,
87. Martín A, Córdoba JJ, Aranda E, Córdoba MG, Asensio MA. Contribution of a selected fungal population to the volatile compounds on dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology*; 2006;110:8-18,
88. Olesen PT, Stahnke LH. The influence of *Debaryomyces hansenii* and *Candida utilis* on the aroma formation in garlic spiced fermented sausages and model minces. *Meat Science*; 2000;56:357-368.

Bölüm 13

KONUŞMA SESİ BOZUKLUKLARI (TANISAL ÖZELLİKLER, DEĞERLENDİRME VE TERAPİ)

İbrahim Can YAŞA¹, Selin TOKALAK²

1 Dr. Öğr. Üyesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İstanbul,
ORCID: 0000-0002-7630-1956

2 Öğr. Gör., Bahçeşehir Üniversitesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İstanbul,
ORCID: 0000-0002-6739-7597

Giriş

Konuşma sesi bozuklukları (KSB), bir dile ait konuşma sesi dizilerini yöneten fonotaktik kurallar da dahil olmak üzere konuşma seslerinin ve konuşma bölümlerinin algı, motor üretimi veya fonolojik temsiliyle ilgili herhangi bir zorluk veya zorlukların birleşimine atıfta bulunan şemsiye bir terimdir (Amerikan Konuşma, Dil ve İşitme Birliği (ASHA), t.y.). Klinik uygulamada ve profesyonel literatürde, KSB aynı zamanda artikülasyon bozuklukları, fonolojik bozukluklar, ifade edici fonolojik bozukluklar ve yetersiz fonolojik çıktı olarak da anılabilmektedir (Anthony, Aghara, Dunkelberger, Anthony, Williams ve Zhang, 2011).

Konuşma sesi bozukluğu olan çocuklar, yaşa uygun konuşma seslerini doğru bir şekilde üretme konusunda belirgin bir zayıflık sergilerler (Lewis, Freebairn, Hansen, Stein, Shriberg, Iyengar ve Gerry Taylor, 2006). Çocuklar konuşmayı öğrenirken bazı sesleri yanlış söyleyebilirler. /p/, /b/ veya /m/ gibi bazı sesleri daha erken öğrenebilirler. /z/, /l/ veya /r/ gibi diğer seslerin öğrenilmesi ise daha uzun sürebilir. Çoğu çocuk, 4 yaşına kadar neredeyse tüm konuşma seslerini doğru bir şekilde söyleyebilir. Beklenen yaşlarda sesleri söylemeyen bir çocukta konuşma sesi bozukluğu olabilir. Bunun gibi konuşma sesi bozukluklarını tanımlamak için “artikülasyon bozukluğu” ve “fonolojik bozukluk” terimlerini de duyabilirsiniz (ASHA, t.y.).

Artikülasyon (sesletim) bozukluğu, bireylerin fonetik düzeyde güçlük yaşadıkları ve algısal olarak kabul edilebilir belirli fonemleri üretemedikleri konuşma bozukluğudur. Taklit ve spontan konuşma görevleri sırasında, izole ses üretiminde ya da kelime veya cümlelerde aynı sesin üretiminde meydana gelen bozulmayı ifade eder (ASHA, t.y.; Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.3; Bowen, 2015, s.66-67.).

Fonolojik bozukluk (sesbilgisel bozukluk) ise, konuşma seslerine ilişkin kurallar yeterince edinilemediğinde ya da yanlış edinildiğinde ortaya çıkar. Fonolojik bozukluklar, bir sesi doğru sesletmemekten değil hatalı kullanmaktan kaynaklanır. Yani asıl sorun, doğru şekilde sesletilebilen bir sesin, kimi sözcüklerde hatalı artikülasyonudur. Çocuklarda fonolojik bozukluklar, fonolojik sistemdeki kontrastların kaybı ile karakterizedir, bu nedenle fonolojik bozukluklar dilde anlam farklılıklarını işaret etme yeteneğini potansiyel olarak kısıtlamaktadır. Sesbilgisel bozukluklar sıklıkla dil bozukluğu ile birlikte ortaya çıkar. Fonolojik bozukluk, ifade edici dile yönelik (konuşma seslerini doğru bir şekilde ifade etme güçlükleri) veya alıcı dile yönelik (konuşma algısı ile ilgili zorluklar) olabilir. Fonolojik hatalar erken çocukluk döneminde gelişimsel olarak normatiftir; hatalar kalıcı olduğunda ve gelişimsel beklentilerin önemli ölçüde altında olduğunda, sesbilgisel bozukluk tanıları uygulanabilir (ASHA, t.y.; (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.3; Bowen, 2015, s.66-67.).

Yetişkinlerde de konuşma sesi bozuklukları olabilir. Bazı yetişkinlerin çocukluklarında başlayan sorunları vardır. Bazı yetişkinler ise inme veya travmatik beyin hasarı gibi durumlara bağlı konuşma sesi bozuklukları yaşayabilmektedir (ASHA, t.y.).

Çocukluk çağı dil bozuklukları terimiyle paralellik gösteren çocukluk çağı (veya tıbbi bağlamlarda, pediatrik) konuşma sesi bozuklukları terimi, hem bilinen (örn. Down sendromu, yarık damak) hem de şu anda kaynağı bilinmeyen konuşma sesi bozukluklarına ilişkin çalışmaları birleştirir (Shriberg, 2009). Konuşma sesi bozuklukları organik KSB veya fonksiyonel KSB olarak ikiye ayrılır. Organik KSB, altta yatan motor/nörolojik, yapısal veya duyusal/algısal bir nedenden kaynaklanır. Fonksiyonel KSB, idiyopattir - bilinen bir nedeni yoktur. Organik konuşma sesi bozuklukları, motor/nörolojik bozukluklardan (örneğin çocukluk çağı konuşma apraksisi ve dizartri), yapısal anormalliklerden (örneğin yarık dudak/damak ve diğer yapısal sorunlar veya anomaliler) ve duyusal/algısal bozukluklardan (örneğin işitme kaybı) kaynaklananları içerir. Fonksiyonel konuşma sesi bozuklukları, konuşma seslerinin motor üretimi ve konuşma üretiminin dilsel yönleriyle ilgili olanları içerir. Tarihsel olarak, bu bozukluklar artikülasyon bozuklukları ve fonolojik bozukluklar olarak adlandırılmıştır (ASHA, t.y.). KSB vakalarının çok azı bilişsel bozukluk, sensörinöral işitme kaybı, yarık dudak ve/veya damak ya da beyin felci gibi bilinen bir nedene bağlanabilir. Çoğu çocuk için konuşma bozukluğunun nedeni bilinmemektedir (Broomfield ve Dodd, 2004a; Shriberg ve Kwiatkowski, 1991). İdiyopatik KSB'ye yarık damak veya yarık dudak, işitme kaybı veya kraniyofasiyal ya da diş anormallikleri gibi bilinen etiyolojik faktörler neden olmaz. Bunun yerine, konuşma sesi hatalarının fonemlerin dil sistemi içinde nasıl temsil edildiği ve organize edildiğine dair merkezi bir bilişsel ve nörolojik eksikliği yansıttığı varsayılmaktadır (Fey, 1992; Grunwell, 1987). Nedeni bilinmeyen KSB'ye sahip çocuklara tipik olarak 2 ila 4 yaşları arasında teşhis konur ve görünürde herhangi bir duyusal, yapısal, nörolojik veya psikolojik bozukluk olmaksızın sınırlı fonemik envanter ile başvururlar (Gierut, 1998). Ayrıca, nedeni bilinmeyen KSB, okul öncesi yıllardan sonra da devam ederek bazı çocukları akademik, sosyal ve mesleki açıdan risk altına sokabilir (McCormack, McLeod, McAllister ve Harrison, 2009).

Konuşma sesi bozukluğu tanısı, konuşma sesi üretimi ile ilgili geniş bir zorluk yelpazesi sergileyen ve bozukluklarının doğası, ürettikleri konuşma hatalarının türleri ve anlaşılmazlıklarının ciddiyeti açısından heterojen bir grup oluşturan çocuklara konur (Dodd, 2014; Macrae & Tyler, 2014; Preston & Edwards, 2010; Waring & Knight, 2013). KSB'li çocukların konuşma ses sistemlerinde söylediklerinin anlaşılmasını zorlaştırabilecek boşluklar ve basitleştirmeler vardır. Bununla birlikte, KSB'ye sahip çoğu çocuk, sınırlı konuşma sesi repertuarı, hece yapılarının sınırlı kulla-

nımı, eksik vurgu kalıp envanterleri, hatalı telaffuz ve anlaşılır bir şekilde iletişim kurma mücadelesi içerisinde olabilir (Bowen, 2015, s.3). Konuşma sesi bozukluğu olan çocuklar, konuşmanın anlaşılabilirliğini ve kabul edilebilirliğini etkileyebilecek algılama, artikülasyon/motor üretimi ve/veya konuşma bölümlerinin (ünsüzler ve ünlüler) fonolojik temsili, fonotaktik kurallar (hece ve sözcük biçimleri) ve prozodi (sözcüksel ve dilbilgisel tonlar, ritim, vurgu ve entonasyon) ile ilgili herhangi bir zorluk kombinasyonuna sahip olabilir (Bowen, 2015, s.69). Kendi yaşlarındaki tipik gelişim gösteren çocukların sözlerinde gerçekten bulunmaması gereken konuşma kalıplarını ve yapılarını veya fonolojik süreçleri kullanarak zorluklarına uyum sağlamaya çalışabilirler (Ingram, 1989). Tüm bunlara ek olarak, KSB'si olan çocukların okumayı öğrenmede zorluk yaşama riskinin yüksek olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Bird, Bishop, & Freeman, 1995; Bishop & Adams, 1990; Carroll & Snowling, 2004; Catts, 2001; Larivee & Catts, 1999; Raitano, Pennington, Tunick, Boada ve Shriberg, 2004; Roberts, 2005; Snowling, Bishop, & Sothard, 2000) ve aynı zamanda KSB'li çocukların %30 ila %77'sinin okumakta zorluk çektiği bilinmektedir (Bird vd., 1995; Larivee vd., 1999; Lewis, 1996; Nathan, Stackhouse, Goulandris, & Snowling, 2004).

Konuşma ses sistemi (yani fonoloji), bir çocuğun gelişmekte olan dil sisteminin bir bileşenidir. Bu nedenle, genellikle dil ile ortak bir bağlantı olarak belirtilir ve konuşma sesi hataları ile konuşmaya dayalı dil bozuklukları arasındaki komorbiditenin varlığı düşünülmektedir. Son yıllarda, KSB'nin yalnızca konuşmaya dayalı dille değil, aynı zamanda yazıya dayalı dille de ilgili sorunlarla (yani okuryazarlıkla ilgili zorluklarla) ne ölçüde bir arada bulunduğuna da büyük ilgi duyulmaktadır (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.145-146). Buradan da anlaşılacağı üzere, konuşma sesi bozuklukları heterojendir (Leitão, Fletcher, 2004; Raitano, Pennington, Tunick, Boada ve Shriberg, 2004), gelişimsel konuşma gecikmesi ve gelişimsel normları takip etmeyen konuşma hatası modelleri içerir. KSB'li çocuklar bozukluğun şiddeti, alta yatan neden, konuşma hatası özellikleri, dil sisteminin diğer yönlerinin katılımı, terapiye yanıt ve sürdürme faktörleri bakımından farklılık gösterir (Dodd, 2011). Son on yılda, araştırmacıların konuşma sesi bozukluğunun heterojenliğini giderek daha fazla kabul etmekte olduğu bilinmektedir (Tyler, 2010). Artık KSB'ye sahip çocukların homojen bir grup oluşturmadığı konusunda fikir birliği vardır (Baker, 2006; Bowen, 2015; Dodd, 2005; Grunwell, 1981; Shriberg, 1997; Stackhouse ve Wells, 1997).

Konuşma Sesi Bozukluklarının İnsidans ve Prevelansı

Konuşma sesi bozukluklarının insidansı, belirli bir dönemde tanımlanan yeni vaka sayısını ifade ederken konuşma sesi bozukluklarının yay-

gınlığı ise, belirli bir zaman diliminde bu sorunu yaşayanların sayısını ifade eder. KSB'nin tahmini yaygınlık oranları, bozuklukların tutarsız sınıflandırmaları ve incelenen yaşların değişkenliği nedeniyle büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir (ASHA, t.y.; Wren, Miller, Peters, Emond ve Roulstone, 2016).

KSB'nin yaygınlığına ilişkin araştırmalar, oranların %2,3 ile %24,6 arasında değiştiğini bildirmiştir (Eadie, Morgan, Ukoumunne, Ttofari Eecen, Wake ve Reilly, 2015; Jessup, Ward, Cahill, & Heating, 2008; Keating, Turrell, & Ozanne, 2001; Law, Boyle, Harris, Harkness, & Nye, 2000; McKinnon, McLeod, & Reilly, 2007; Shriberg, Austin, Lewis, McSweeney, & Wilson, 1997; Shriberg, Tomblin, & McSweeney, 1999). Aynı zamanda, konuşma sesi bozuklukları, okul öncesi çocukların %10 ila %15'ini ve okul çağındaki çocukların %6'sını etkileyen en yaygın pediatrik iletişim bozukluklarından biri olarak kabul edilmektedir (ASHA, 2000; McLeod ve Harrison 2009). Bazı araştırmalar, konuşma sesi bozukluklarının 1.5:1.0 ile 1.8:1.0 arasında değişen oranlarla erkeklerde kızlardan daha yaygın olduğunun tahmin edildiğini ifade etmektedir (Shriberg vd., 1999; Wren vd., 2016). Bununla birlikte, yaygınlık oranlarının Afrika kökenli Amerikalı çocuklarda %5,3 ve beyaz çocuklarda %3,8 şeklinde tahmin edildiği bildirilmiştir (Shriberg vd., 1999).

KSB'nin, 6 yaşındaki çocuklarda tahmini prevalansı %3,8 olarak belirtilmekte ve küçük çocuklarda daha yüksek oranlara sahip olduğu bilinmektedir (Shriberg vd., 1999). Başka bir çalışmada ise, iletişim bozukluğu olan çocuklar arasında 3 ila 10 yaşındaki çocukların %48,1'inin ve 11 ila 17 yaşındaki çocukların %24,4'ünün yalnızca konuşma sesi sorunları yaşadığının tahmin edildiği bildirilmiştir (Black, Vahratian ve Hoffman, 2015). İnatçı veya kalıcı konuşma sesi hatalarının ise daha büyük çocukların ve yetişkinlerin %1 ila %2'sinde meydana geldiği tahmin edilmektedir (Flipsen, 2015).

Metodolojideki değişkenlik ve yaşa özgü yaygınlık rakamlarının azlığı, KSB'nin yaygınlığı hakkında kesin sonuçlar çıkarmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, sağlam bir vaka tanımlama aracı kullanılarak nüfusa dayalı verilerden belirlenecek bir tahmine ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Wren vd., 2016).

KSB ile İlişkili Faktörler

Konuşma sesi bozukluklarına odaklanan klinisyenlerin ve araştırmacıların uzun süredir devam eden bir ilgisi, KSB'nin nedenleri ile ilgilidir. Yıllar geçtikçe, bu bozuklukların varlığıyla muhtemelen ilişkili olan çeşitli faktörleri veya özellikleri tanımlamaya yönelik girişimlerde bulunulmuştur. KSB'nin nedenlerini ortaya koyabilecek tek bir özellik veya özellikler dizisi

tanımlanmamış olsa da, çeşitli faktörlerin KSB ile en azından ilişkili olabileceği görülmektedir. KSB ile ilişkili risk faktörlerini anlamak, bozukluğun doğasına ilişkin önemli ipuçları sağlayabilir. Bir çocuğun hayatının erken dönemlerinde ortaya çıkan risk faktörlerinin mutlaka nedensel bir rol oynaması gerekmez; ancak, hangi çocukların daha dirençli ve kalıcı bozukluklara sahip olmaya devam edeceğini tahmin etmemizi sağlayabilir ve böylece müdahale için erken teşhis ve önceliklendirmeyi kolaylaştırabilir. Bununla birlikte, erken risk faktörlerinin tanımlanması, kendi içinde müdahalelere uygun olan nedensel mekanizmaları gösterebilir. Ayrıca, KSB'nin sınıflandırılmasına yönelik çeşitli girişimlerin tartışılması için de yararlı bilgiler sağlar (Wren vd., 2016; Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s. 93).

KSB ile ilişkili olabilecek faktörlerin incelenmesi, çalışmalarda KSB için tutarlı bir risk modellemesi olmadığını göstermektedir ve bu nedenle araştırılan faktörler her çalışmada değişmektedir. Farklı araştırma tasarımları ve örnekleme süreçleri, bulguların karşılaştırılabilirliğini ve dolayısıyla hangi faktörlerin KSB'yi öngördüğü konusunda kesin sonuçlar çıkarma olasılığını zayıflatmaktadır. Tüm literatür bir arada değerlendirildiğinde, çocuğun demografisi açısından bir varsayılan risk faktörleri örüntüsü ortaya çıkmaya başlar; aile ve çevresel bağlam, konuşma ve dilde gelişimsel ilerleme, okuryazarlık, öğrenme ve diğer genel gelişim süreçleri (Wren, vd., 2016). Şu anda, tanımlanmış olan en büyük ilişkili veya nedensel faktör grubu, konuşma ve işitme mekanizmasının yapı ve işlevi alanı olarak görülmektedir (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s. 93).

Demografik Faktörler

Çalışmalarda dikkate alınan demografik faktörler arasında çocuğun cinsiyeti, etnik kökeni, sosyoekonomik durumu (SED) ve ebeveynin medeni durumu yer almaktadır. Bazı çalışmalarda erkek cinsiyet ile KSB arasında bir ilişki bulunduğu ifade edilirken (Broomfield ve Dodd, 2004b; Campbell, Dollaghan, Rockette, Paradise, Feldman, Shriberg ve KursLaskey 2003; Eadie vd., 2015) bazılarında ise böyle bir ilişkinin bulunmadığı anlatılmaktadır (Felsenfeld ve Plomin, 1997; Fox, Dodd, ve Howard, 2002). Aynı şekilde SED, bazı çalışmalarda KSB ile ilişkilendirilirken (Campbell vd., 2003; Eadie vd., 2015; Law, Rush, Schoon ve Parsons, 2009) bazılarında ilişkilendirilmemektedir (Broomfield ve Dodd, 2004b) ve hatta bir çalışmada koruyucu olduğu gösterilmiştir (Delgado, Vagi ve Scott, 2005). Bu faktördeki varyasyonlar, nasıl ölçüldüğünden etkilenebilir (Wren, vd., 2016).

Aile ve Çevre ile İlgili Faktörler

Aile ve çevre faktörleri, ailede KSB öyküsü, doğum sırası durum, aile yapısı, çoklu doğumlar, evde iki dillilik, aşırı kalabalık aile yaşantısı

ve okul öncesi eğitim gibi çok çeşitli alanları kapsamaktadır (Wren, vd., 2016).

Aile öyküsü ile ilgili olarak, Campbell ve ark. (2003), Eadie ve diğerleri. (2015); Fox ve ark. (2002), Felsenfeld ve Plomin (1997) ve Lewis ve Freebairn (1997), KSB ile pozitif bir ilişki olduğunu göstermişlerdir, ancak bu durum Broomfield ve Dodd (2004b) tarafından gerçekleştirilen başka bir araştırmada tekrarlanmamıştır. Düşük dil seviyeleri, doğum sırası durumlar ve aile büyüklüğü (Choudhury ve Benasich, 2003; Harrison & McLeod, 2010; Reilly, Wake, Bravin, Prior, Williams, Bretherton ve Ukoumunne 2007; Stanton-Chapman, Chapman, Bainbridge, & Scott, 2002; J. B. Tomblin, Hardy, & Hein, 1991; Zubrick, Taylor, Rice, & Slegers, 2007), evlerin aşırı kalabalık olması (Law vd., 2009), okul öncesi eğitimin olmaması ve ebeveynlerin çocuklarına yönelik kullandıkları dil ve okuryazarlık seviyeleri arasında ilişkiler gösterilmiştir (Eadie vd., 2015; Law vd., 2009). Çocuğun çevresinde konuşulan dillerle ilgili olarak, bazı araştırmacılar çocuğun dili evde konuşulan dilden farklı olduğunda çocukların dil veya konuşma bozukluğuna sahip olarak tanımlanma olasılığının daha yüksek olduğunu bulmuşken (Reilly vd., 2007, 2010), bazı araştırmacılar ise bu durumun tersini ifade etmektedir (Broomfield & Dodd, 2004b; Harrison & McLeod, 2010; Stanton-Chapman vd., 2002). Aile ve çevresel faktörler, Delgado vd., 2005; Fox vd., (2002) ve Wolke ile Meyer (1999) tarafından incelenen doğum öncesi ve doğum sonrası faktörleri de kapsar, çünkü bu faktörler çocuğun doğduğu tıbbi durumla ilgilidir. Bu çalışmalar, KSB ile pozitif bir ilişki gösteren bazı doğum öncesi ve sonrası faktörlerle ilgili karışık bulgular üretmiştir.

Dil ve Konuşmada Gelişimsel İlerleme

Bir çalışma, erken dil becerileri ile daha sonraki konuşma arasında bir ilişki olmadığını ifade etse de (Broomfield & Dodd, 2004b), genel kanı erken dil gelişimindeki gecikme, genellikle KSB (Eadie vd., 2015; Highman, Hennessey, Sherwood, & Laitao, 2008) ve diğer dil ve konuşma bozuklukları (Bishop & Edmundson, 1987; Dale, Price, Bishop, & Plomin, 2003; Glogowska, Roulstone, Peters, & Enderby, 2006; Rescorla, 2002; Rice, Taylor, & Zubrick, 2008; Roulstone, Miller, Wren, & Peters, 2009) ile pozitif olarak ilişkilendirilmektedir.

Okuryazarlık ve Öğrenmede Gelişimsel İlerleme

KSB yaşayan çocukların yarısından fazlasının daha sonra dil, okuma ve hecelemede akademik zorluklarla karşılaştığı ortaya konmuştur (Aram & Hall, 1990; Bishop & Adams, 1990; Felsenfeld, McGue, & Broen, 1995; Menyuk, Chesnick, Liebergott, Korngold, D'Agostino ve Belanger, 1991; Nathan vd., 2004; Shriberg & Kwiatkowski, 1988). Okul çağı döneminde-

ki faktörlere odaklanan araştırmalar, genellikle KSB ile okuryazarlık becerileri arasındaki ilişkiyi dikkate almıştır. Aslında, gözlemlenen ilişki göz önüne alındığında, okuryazarlık becerisinin KSB'nin bir sonucu olarak mı ortaya çıktığı yoksa ikisinin de aynı temel koşulun bir parçası mı olduğu konusunda çok fazla tartışma olmuştur (Bird, Bishop, & Freeman, 1995; Felsenfeld, Broen, & McGue, 1994; Gillon & Moriarty, 2007; Hesketh, 2004; Larrivee & Catts, 1999; Leita, Fletcher, & Hogben, 2000; Nathan, Stackhouse, Goulandris, & Snowling, 2004; Peterson, Pennington, Shriberg, & Boada, 2009; Raitano vd., 2004; Rvachew, 2007; Sutherland & Gillon, 2007).

Diğer Gelişimsel Faktörler

Dil-konuşma, okuryazarlık veya öğrenme gelişiminin ötesinde, KSB ve/veya dil becerileri ile ilişkilendirilen diğer gelişim alanları arasında emzik kullanımı (Fox vd., 2002), beslenme ve top sürme dahil motor becerilerde gecikme (Eadie vd., 2015; Highman vd., 2008; Hill, 2001; Hill & Bishop, 1998; Robinson, 1991; Visscher, Houwen, Scherder, Moolenaar, & Hartman, 2007; Visscher, Houwen, Moolenaar, Lyons, Scherder ve Hartman, 2010; Webster, Majnemer, Platt, & Shevell, 2005), genel gelişimdeki gecikmeler, tıbbi durum (Broomfield & Dodd, 2004b; Delgado vd., 2005); ve düşük doğum ağırlığı yer alır (Stanton-Chapman vd., 2002; Yliherva, Olsén, Mäki-Torkko, Koironen, & Järvelin, 2001). Konuşma gelişiminin sağlam motor, bilişsel ve dilsel beceriler gerektirdiği bilinmektedir. Bu alanlardan herhangi biri ile ilgili zorluk, KSB'nin zamanlaması ve konuşma sesi hata örüntülerinde farklılıklara yol açabilir. Birden fazla alandaki problem ise bazı çocukların konuşma sorunlarının neden devam ettiğini belirlemede önemli bir faktör olabilir (Wren, vd., 2016).

Bir kişinin konuşma sesi üretme becerisini değerlendirirken dikkate alınması gereken bariz bir husus, konuşma ve işitme mekanizmasının yapısında ve işlevinde ortaya çıkabilecek potansiyel problemlerle ilgilidir. Çocuklarda orta kulak boşluğunda sıvı birikmesinin eşlik ettiği sık görülen orta kulak iltihabının konuşma sesi gelişiminde gecikmeye neden olabileceği uzun zamandır varsayılmaktadır. Bu varsayım, biriken sıvının ses iletimini bloke ederek, hafif ila orta dereceli işitme kaybıyla sonuçlanarak konuşma sesi edinimini etkileyebileceği şeklindedir. Orta kulak iltihabı her zaman düzeliyor işitme genellikle normale dönse de, sık ataklar tutarsız işitsel girdi öyküsüne ve konuşma gelişiminde müteakip gecikmelere neden olabilir. Ancak, bu varsayımları doğrulamak için yapılan çalışmaların sonuçları farklılar göstermektedir (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s. 94). İşitme, kulak, burun ve boğaz durumu ile KSB arasında bir ilişki olduğunu gösteren bazı çalışmalar ve hiçbir ilişkinin olmadığını öne süren çeşitli araştırmalar ile karışık bulgular ortaya çıkmıştır (Browning, Rovers,

Williamson, Lous, & Burton, 2010; Campbell vd., 2003; Fox vd., 2002; Pagel Paden, 1994). Shriberg, Flipsen ve arkadaşları (2000), sık otitis media geçiren çocuklarla ilişkili olası konuşma gecikmesi üzerine yürütülen 27 ayrı çalışmayı incelemişlerdir. 27 çalışmanın 17'sinin (%63) otitis medianın konuşma seslerinin edinim sürecini etkileyen bir faktör olmadığını belirttiğini, 21'inin ise (%78) otitis media ve konuşma seslerinin edinim sürecinin birbiri ile ilişkili durumlar olduğunu ifade ettiğini öne sürmektedirler. Başka bir çalışmada ise Roberts, Rosenfeld ve Zeisel (2004), meta-analiz olarak bilinen istatistiksel bir teknik kullanarak 14 prospektif çalışmayı incelemiş ve “çoğu çocukta orta kulak iltihabı ile dil ve konuşma gelişimi arasında hiç ilişki olmadığı ya da çok küçük bir ilişki olduğu” sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir. Daha yakın tarihte gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise, Paradise ve arkadaşlarının bulguları (2005, 2007) büyük ölçekli boylamsal bir çalışmadan, efüzyonlu otitis media ve buna bağlı işitme kaybının sağlıklı bireylerde KSB ile ilişkili olmadığını ileri sürmektedir.

KSB'nin Değerlendirmesi

Çocuklarda KSB'nin değerlendirilmesine ilişkin bir dizi öneri ve kılavuz mevcuttur. KSB'li çocuklar, heterojen bir grup oluşturmalarına rağmen, hepsi beklenen hedefleri karşılamayan konuşmalar ürettiklerinden, konuşma çıktısının değerlendirilmesi esastır (Barrow, Körner ve Strömbergsson, 2021). Konuşma sesi değerlendirmesinin hedefleri tipik olarak aşağıdakilerden birini veya birkaçını içerir:

1. Konuşma ses sisteminin müdahaleyi gerektirecek kadar normal gelişimden yeterince farklı olup olmadığını belirlenmesi
2. Fonolojik bir engelin/gecikmenin varlığı veya devam etmesi ile ilgili olabilecek faktörlerin belirlenmesi
3. Müdahalede kullanılacak hedef davranışların ve stratejilerin seçilmesi de dahil olmak üzere terapi sürecinin belirlenmesi
4. Müdahale/terapi ile veya müdahale olmaksızın değişime ilişkin prognostik beyanlarda bulunma
5. Terapinin etkili olup olmadığını değerlendirmek ve/veya terapiyi sonlandırma kararları vermek için zaman içinde performanstaki değişikliğin izlenmesi (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.150).

Konuşma seslerinin değerlendirilmesi, tarama ve/veya kapsamlı değerlendirmeden oluşabilir. İlki, bir sorunun mevcut olup olmayacağını ve daha kapsamlı bir değerlendirmenin gerekli olup olmadığını belirlemek için hızlı bir değerlendirme sağlar. Kapsamlı bir değerlendirme dizisi, bağlantılı konuşma ve tek kelimelik örnekleme yanısıra uyarılabilirlik ve

bağlamsal testi de kapsar. Konuşma seslerinin kapsamlı bir değerlendirilmesi ayrıca vaka öyküsünün alınması, orofasiyal muayene, odyolojik tarama ve algısal test gibi tamamlayıcı prosedürleri içerir. Tüm bu veriler daha sonra derlenir ve yorumlanır (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.175). Değerlendirme verileri, bir sorun olup olmadığına, sorunun doğasına, terapinin endike olup olmadığına ve terapi hedeflerinin ne olabileceğine karar vermek dahil olmak üzere çeşitli nedenlerle yorumlanır (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.200).

Tarama

Tarama, konuşma sesi bozukluğundan şüphelenildiğinde veya iletişim sorunları olan bir çocuk için kapsamlı bir dil ve konuşma değerlendirmesinin bir parçası olarak yapılır. Taramanın amacı, daha fazla dil ve konuşma değerlendirmesi ve/veya diğer profesyonel hizmetlere sevk edilmesi gereken kişileri belirlemektir. Tarama tipik olarak şunları içerir:

- Tek sözcüklerde ve bağlantılı konuşmada konuşma seslerinin taranması (formal ve/veya informal tarama ölçümleri kullanılarak)
- Oral motor fonksiyonun taranması (örneğin, ağız kaslarının gücü ve hareket açıklığı)
- Yüz simetrisini değerlendirmek ve konuşma sesi bozukluklarının (örneğin, submukoz yarık damak, maloklüzyon, ankiloglossi) olası yapısal temellerini belirlemek için orofasiyal muayene
- Dil anlama ve üretiminin informal değerlendirmesi (ASHA, t.y.).

Tarama; yaşlarına uygun konuşma sesi üretim becerilerine sahip olup olmadıklarını belirlemeye yönelik okul öncesi dönem çocuklar için, olgunlaşmanın çoğu gelişimsel hatayı çözmesi beklenen daha büyük yaştaki çocuklar için, gazetecilik veya sınıf öğretmenliği gibi belirli konuşma performansı standartı gerektiren mesleklere hazırlanan bireyler için ve/veya konuşma sesi üretim durumlarını doğrulamak amacıyla diğer dil ve konuşma (örneğin, ses, dil, akıcılık) bozukluklarının şikayetiyle yönlendirilen danışanlar için kullanılabilir (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.151).

Bu ilk tarama, çocuğu terapistle veya bir ebeveyn, kardeş ya da akranla konuşurken gözlemlemek kadar basit olabilir veya kısa bir tarama testi içerebilir (Bowen, 2015, s.76). Tarama araçları formal veya informal olarak kategorize edilebilir. Bir klinisyen, karşılaştırma amaçları için yerleşik normlar veya daha tekdüze test metodolojileri istediğinde, genellikle formal ölçümler kullanılır (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.151). Türkçede, Ankara Artikülasyon Testi (AAT) (Ege, Acarlar ve Turan, 2004) ve Türkçe Sesletim ve Sesbilgisi Testi (SST) (Topbaş, 2006) bu amaçla kullanılacak formal değerlendirme araçlarından biridir.

Kapsamlı Bir Değerlendirme

Kapsamlı konuşma sesi değerlendirmelerinde yer alan örnekleme prosedürleri, tarama için açıklananlardan daha derin ve ayrıntılıdır. Aynı zamanda, konuşma sesi bozuklukları için kapsamlı değerlendirme protokolü, konuşmaya dayalı ve yazıya dayalı dil becerilerinin değerlendirilmesini içerebilir (ASHA, t.y.). Değerlendirme hem standartlaştırılmış hem de standartlaştırılmamış ölçümler ile formal ve informal değerlendirme araçları dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. DKT'ler, kişinin kullandığı dildeki konuşma sesi bozukluklarını değerlendirmeye yönelik güncel araştırmaları ve en iyi uygulamaları dikkate alarak kültürel ve dilbilimsel açıdan hassas değerlendirmeler seçmelidir (McLeod ve Verdon, 2017).

Değerlendirme tipik olarak, değişen uzunluklarda ve karmaşıklıklarda (örneğin, heceler, kelimeler, deyimler), fonetik bağlamlarda ve çeşitli çıkarım prosedürlerine (örneğin, resim adlandırma, taklit, spontan konuşma) verilen yanıtlardaki konuşma örneklerinde konuşma sesi üretimlerini içerir (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.153). Aşağıdaki bölümde, konuşma sesi örneklerinin elde edilmesine yönelik prosedürlere vurgu yaparak kapsamlı bir konuşma sesi bozuklukları değerlendirmesinin bileşenleri sunulmaktadır.

Kapsamlı bir değerlendirme için, detaylı vaka öyküsünün alınması, oral mekanizmanın yapısal ve fonksiyonel olarak muayene edilmesi, işitme taramasının gerçekleştirilmesi; konuşma seslerinin değerlendirilmesi (tek sözcük testi, bağlantılı konuşma örneği); bozukluğun şiddetinin belirlenmesi (hata paternlerinin belirlenmesi, doğru üretimlerin belirlenmesi); konuşma anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi (standardize testler kullanılabilir; örneğin, SST); konuşma algısının değerlendirilmesi (işitsel ayırt etme, resim adlandırma, doğru konuşma üretimini algılama görevleri, hatalı konuşma üretimini algılama görevleri, konuşma üretimlerini leksikal algılama görevleri); Fonolojik süreçlerin değerlendirilmesi (fonolojik farkındalık becerileri, fonolojik çalışan bellek, fonolojik geri çağırma (örneğin; hızlı adlandırma testi)); dil değerlendirmesi (alıcı ve ifade edici konuşmaya dayalı dilin değerlendirilmesi, okuma ve yazma becerilerinin değerlendirilmesi (yazı farkındalığı, sözcükleri fonemlere ayırma becerisi, harf bilgisi, ses-sembol uyumu, okumada kod çözme becerisi, akıcı okuma becerisi ve okuduğunu anlama becerisi)) gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Bernthal vd., s. 150-175; ASHA, t.y.). Şekil 1'de KSB'nin kapsamlı bir değerlendirmesine yönelik basamaklar özetlenmiştir.



Şekil 1: KSB'de kapsamlı bir değerlendirimin bileşenleri

KSB'ye Müdahale

Etkili, verimli ve açıklayıcı olmak için, müdahalelere sistematik olarak yaklaşılmalıdır. Bu, süreçteki her adımla ilgili bilinçli kararlar vermek için mevcut literatürden bildiklerimizi ve etik ilkeleri takip etmeyi içerir. Takip eden bölümde, konuşma sesi bozukluğu olan danışanlar için neyin en uygun olabileceğini belirlemeye yönelik bir dizi müdahale seçeneği açıklanmaktadır.

Hedef Seçimi

Hedef seçimi bir dereceye kadar belirli terapi yaklaşımlarına özgü olmasına rağmen, aşağıdakilerin hedef seçimine ilişkin bazı genel hususları kapsadığına dikkat edilmelidir. Bunlar; gelişimsel uygunluk, bireysel konuşma sesleri, fonolojik paternler ve genel anlaşılabilirlik şeklinde sıralanabilir (Bernthal, Bankson ve Flipsen, 2017, s.190-192).

Artikülasyon ve/veya sesbilgisel bozuklukları olan çocuklar için başlangıç terapi hedeflerini seçmeye yönelik yaklaşımlar aşağıdakileri içerir:

- Gelişimsel; hedef sesler, tipik olarak gelişmekte olan çocuklarda edinim sırasına göre seçilir.
- Gelişimsel olmayan/teorik olarak motive edilmiş, aşağıdakiler dahil:
 - Karmaşıklık; seslerin basamaklı, genelleştirilmiş öğrenimini teşvik etmek için çocuğun fonolojik sisteminde olmayan daha karmaşık, dilbilimsel olarak işaretlenmiş fonolojik unsurlara odaklanılır (Gierut, 2007; Storkel, 2018).
 - Dinamik sistemler tercih edilir; hedef seslerin ve daha karmaşık

hedeflerin ve özelliklerin edinilmesine yardımcı olmak için çocuğun fonolojik sistemine yeni özellik zıtlıkları getirmeyen basit hedef fonemlerin öğretilmesine ve dengelenmesine odaklanılır (Rvachew ve Bernhardt, 2010).

- Sistemik hedefler belirlenir; en az müdahale ile maksimum fonolojik yeniden düzenlemeyi başarmak için sesin çocuğun fonolojik organizasyonundaki işlevine odaklanılır (ASHA, t.y.). Hedefler yer, ses ve biçim açısından çocuğun hatasından azami ölçüde farklı olabilir ve ayrıca biçim, üretim yeri ve artikülasyon açısından da azami derecede farklı olabilir (Williams, 2003).

- Danışana özel hedefler belirlenir; hedefler çocuk ve ailesiyle alaka düzeyi (ör. Hedef ses çocuğun adında bulunur), uyarılabilirlik ve/veya üretildiğinde görünürlük (ör. /k/'ya karşı /b/ çift dudak olduğu için daha görünürdür) gibi faktörlere göre seçilir.

- Sapma derecesi ve anlaşılabilirlik üzerindeki etkisi; hedefler, anlaşılabilirliği en çok etkileyen hatalara (örneğin, ses atlama hataları; ilk ünsüz sesi silme hataları gibi hata kalıpları) dayalı olarak seçilir (ASHA, t.y.).

Benzer şekilde, McLeod ve Baker (2014), KSB'li çocuklara yönelik müdahale araştırmasının bir incelemesinde, hedef seçimine yönelik yedi farklı yaklaşım belirlemiştir: gelişimsel yaklaşım, karmaşıklık yaklaşımı (ör. Gierut, 1992, 1999), Williams'ın sistemik yaklaşımı (ör. Williams, 2005), Hodson'ın döngüsel yaklaşımı (ör. Hodson & Paden, 1991), nöron ağı yaklaşımı (ör. Hoffman, Norris & Monjure, 1990), doğrusal olmayan yaklaşım (örn., Bernhardt, 1992) ve psikodilbilimsel yaklaşım (örn., Pascoe, Stackhouse & Wells, 2005). Bunların her biri çocukların konuşmasında bir gelişmenin en iyi şekilde nasıl kolaylaştırılacağına dair farklı teorik fikirleri ortaya koymaktadır.

Terapi hedefleri kullanılan yaklaşımdan daha önemlidir, bu sebeple bir klinisyenin vermesi gereken en önemli kararlardan biri, hangi hedeflerin kazanılmaya çalışılacağını belirlemektir (Gierut, 2005). Olası terapi hedefleri arasında oral motor yeterlilik, fonetik algı, fonem tanımlama, fonolojik zıtlıklar, ses/hece/sözce üretimleri, anlaşılabilirlik, fonolojik farkındalık, dil becerileri ve iletişimsel etkililik yer alır (Kamhi, 2006).

Müdahale Stratejileri

Terapi için uygun hedeflerin seçilmesine ek olarak, DKT'ler, her se-
ansta ele alınacak müdahale hedeflerinin sayısına ve bu hedeflerin uygulanma biçimine dayalı olarak terapi stratejilerini seçer. Belirli bir strateji tüm çocuklar için uygun olmayabilir ve çocuğun ihtiyaçları değiştikçe müdahale süreci boyunca stratejiler değişebilir. Hedef belirleme stratejileri şunları içerir:

Dikey; bir sonraki hedef veya hedeflere geçmeden önce çocuk belirli bir ölçüt düzeyine (genellikle konuşma düzeyi) ulaşına kadar bir veya iki hedef üzerinde yoğun uygulama (Fey, 1986).

Yatay; birkaç hedef üzerinde daha az yoğun uygulama; aynı oturumda birden fazla hedef ayrı ayrı veya etkileşimli olarak ele alınır, böylece ses sisteminin daha fazla yönüne maruz kalma sağlanır (Fey, 1986).

Döngüsel; hem yatay hem de dikey yapıların öğelerini birleştirir; Çocuğa, önceden belirlenmiş bir süre boyunca başka bir hedef veya hedeflere geçmeden önce, belirli bir hedef veya hedefler üzerinde önceden belirlenmiş bir süre boyunca uygulama yapması sağlanır. Alıştırma daha sonra tekrar tüm hedefler arasında geçiş yapar (Hodson, 2010).

Terapi Yaklaşımları

Fonolojik gelişim ve terapi hakkında sahip olunan teorik bakış açısı, seçilen müdahale hedefleri ve bazı durumlarda bu hedeflerin kazanımını sağlamak için kullanılan yaklaşım üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kamhi, 2006). Terapi literatürünün bir incelemesi (örn., Kamhi & Pollock, 2005), oldukça iyi tanımlanmış beş teorik bakış açısı olduğunu ortaya koymuştur: (a) normatif; (b) aşağıdan yukarıya, ayrık beceri; (c) dil temelli; (d) geniş tabanlı; ve (e) karmaşıklığa dayalı. Bu bakış açılarının her biri, belirli bir hedef seçimi görüşüyle ilişkilidir, ancak belirli bir terapi yaklaşımı olması gerekmez.

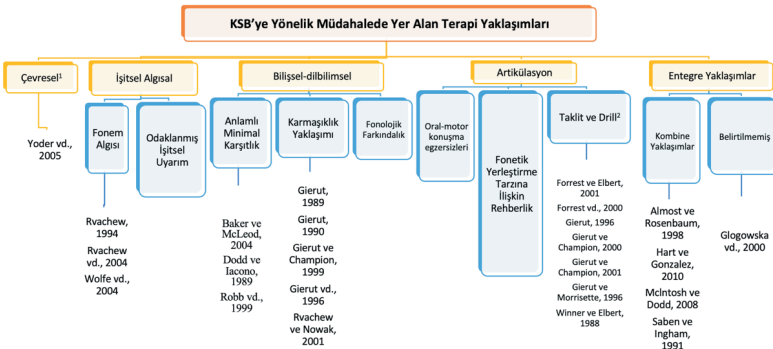
Tipik olarak müdahaleler, birincil olarak hedefledikleri işleme düzeyine göre gruplandırılmıştır: Çocuğun konuşmasında değişiklik yapmak için bazı işitsel uyarılara yanıt vermesinin istendiği 'girdi'; çocuktan mevcut yanlış temsillere meydan okumanın bir yolu olarak sözcüklerin depolanmış temsilleri üzerinde düşünmesinin istendiği 'depolama'; çocuğun taklit veya diğer bazı uyarılara yanıt olarak konuşma üretmesini gerektiren 'çıktı' (Wren, Harding, Goldbart ve Roulstone, 2018).

Artikülasyon ve fonolojik hatalar arasında temiz bir ayrım yapmak veya bu iki ayrı bozukluğu ayırıcı olarak teşhis etmek genellikle zordur. Tek bir çocuk her iki hata türünü de gösterebilir ve bu belirli hatalar için farklı terapi yaklaşımlarının uygulanmasını gerektirebilir. Tarihsel olarak, konuşma seslerinin motor üretimine odaklanan müdahalelere artikülasyon yaklaşımları denir; konuşma üretiminin dilbilimsel yönlerine odaklanan müdahalelere ise fonolojik/dil temelli yaklaşımlar denir. Artikülasyon yaklaşımları her bir konuşma sesi bozukluğunu hedefler ve genellikle klinisyen tarafından çocuğun hatalarının motor temelli olduğu varsayıldığında seçilir; amaç, hedef ses(ler) in doğru üretimidir. Fonolojik/dile dayalı yaklaşımlar, benzer hata modellerine sahip bir grup sesi hedefler, ancak hata modelinin örneklerinin fiili olarak işlenmesi tek tek sesleri hedefleyebilir. Fonolojik yaklaşımlar genellikle

çocuğun fonolojik kuralları içselleştirmesine ve bu kuralları kalıp içindeki diğer seslere genellemesine yardımcı olma çabasıyla seçilir (örneğin, son ünsüz silme, küme azaltma). Artikülasyon ve fonolojik/dile dayalı yaklaşımlar, aynı kişiyle farklı zamanlarda veya farklı nedenlerle terapide kullanılabilir. Konuşma sesi bozukluklarının terapisine yönelik her iki yaklaşım da tipik olarak aşağıdaki adım dizisini içerir:

- Kurulum, hedef sesleri ortaya çıkarmak ve üretimi gönüllü düzeyde dengelemek.
- Genelleme, giderek zorlaşan seviyelerde (örneğin, heceler, kelimeler, deyimler/cümleler, karşılıklı konuşma) konuşma sesi üretimlerini kolaylaştırmak.
- Sürdürme (koruma), hedef ses üretimini dengelemek ve daha otomatik hale getirmek; konuşmayı kendi kendine izlemeyi ve hataları kendi kendine düzeltmeyi teşvik etmek (ASHA, t.y.).

Bağlamdan yararlanma yaklaşımları (McDonald, 1964; Hoffman, Schuckers ve Daniloff, 1989); geleneksel motor yaklaşım (Van Riper, 1958, 1954, 1947); doğal konuşma anlaşılabilirliği müdahale yaklaşımı (Camatarra, 1993); ayırıcı özellikler yaklaşımı (Jakobson, Fant ve Halle, 1952); döngü yaklaşımı (Hodson ve Paden, 1991); temel kelime yaklaşımı (Crosbie, Holm & Dodd, 2005; Crosbie, Pine, Holm & Dodd, 2006); Metafon terapi (Dean & Howell, 1986; Dean, Howell, Hill & Waters, 1990; Dean, Howell, Waters & Reid, 1995) yaklaşımı KSB'nin yönetiminde yararlanılan terapi yaklaşımlarına örnek verilebilir. Şekil 2'de ise Wren ve arkadaşlarının (2018) belirttiği KSB'ye yönelik bazı terapi yaklaşımları ve gruplandırılması görülmektedir.



1= Modelleme, yeniden biçimlendirme ve günlük etkileşimlere gömülü diğer yaklaşımları içerir.

2= Heceleler, kelimeler veya kelime olmayan sözcükler gibi giderek daha karmaşık bir bağlamda seslerin taklit edilmesi / kendiliğinden üretilmesi

Şekil 2: KSB'ye sahip olan okul öncesi çocuklar için kanıt temelli müdahale yaklaşımları

KAYNAKÇA

- American Speech-Language-Hearing Association, (t.y.) *Speech Sound Disorders: Articulation and Phonology*. (Practice Portal). [26 Şubat 2023], www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Articulation-and-Phonology/.
- American Speech-Language-Hearing Association (t.y.) *Speech Sound Disorders: Articulation and Phonology*. (Practice Portal). [26 Şubat 2023], www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Articulation-and-Phonology/.
- American Speech-Language-Hearing Association, (2000). *Communication Facts* (Rockville, MD: American Speech–Language–Hearing Association).
- Anthony, J. L., Aghara, R. G., Dunkelberger, M. J., Anthony, T. I., Williams, J. M., & Zhang, Z. (2011). *What Factors Place Children With Speech Sound Disorders at Risk for Reading Problems? American Journal of Speech-Language Pathology*, 20(2), 146. doi:10.1044/1058-0360(2011/10-0053)
- Aram, D. M., & Hall, N. E. (1990). Longitudinal follow-up of children with pre-school communication disorders: Treatment implications. *School of Psychology Review*, 19, 487–501.
- Baker, E., 2006, Management of speech impairment in children: the journey so far and the road ahead. *Advances in Speech– Language Pathology*, 8(3), 156–163.
- Barrow CW, Körner K ve Strömbergsson S. (2021): A survey of Swedish speech-language pathologists’ practices regarding assessment of speech sound disorders, *Logopedics Phoniatics Vocology*, DOI: 10.1080/14015439.2021.1977383
- Bernhardt, B. (1992). The application of nonlinear phonological theory to intervention with one phonologically disordered child. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 6, 283–316.
- Bernthal J. E. Bankson N. W. & Flipsen P. (2017). *Articulation and phonological disorders : speech sound disorders in children* (Eighth). Pearson.
- Bird, J., Bishop, D. V. M., & Freeman, N. H. (1995). Phonological awareness and literacy development in children with expressive phonological impairments. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 446–462.
- Bishop, D. V. M., & Adams, C. (1990). A prospective study of the relationship between specific language impairment, phonological disorders and reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 31, 1027–1050.
- Bishop, D. V., & Edmundson, A. (1987). Language-impaired 4-year- olds: Distinguishing transient from persistent impairment. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 156–173.
- Black, L. I., Vahratian, A., & Hoffman, H. J. (2015). *Communication disorders and use of intervention services among children aged 3–17 years; United States, 2012* (NHS Data Brief No. 205). Hyattsville, MD: National Center

for Health Statistics.

- Bowen C. (2015). *A Practical Update. In Children's Speech Sound Disorders*, Bowen C. (Ed.). (2. bs.). <https://doi.org/10.1002/9781119180418.part1>
- Broomfield, J. Ve Dodd, B., (2004a). Children with speech and language disability: caseload characteristics. *International Journal of Language and Communication Disability*, 39, 303– 324.
- Broomfield, J., & Dodd, B. (2004b). The nature of referred subtypes of primary speech disability. *Child Language Teaching and Therapy*, 20, 135–151.
- Browning, G. G., Rovers, M. M., Williamson, I., Lous, J., & Burton, M. J. (2010). Grommets (ventilation tubes) for hearing loss associated with otitis media with effusion in children.
- Camarata, S., “The application of naturalistic conversation training to speech production in children with speech disabilities.” *Journal of Applied Behavior Analysis*, 26 (1993): 173–182.
- Campbell, T. F., Dollaghan, C. A., Rockette, H. E., Paradise, J. L., Feldman, H. M., Shriberg, L. D., . . . Kurs-Lasky, M. (2003). Risk factors for speech delay of unknown origin in 3-year-old children. *Child Development*, 74, 346–357.
- Carla Wikse Barrow, Karin Körner & Sofia Strömbergsson (2021): A survey of Swedish speech-language pathologists’ practices regarding assessment of speech sound disorders, *Logopedics Phoniatrics Vocology*, DOI: 10.1080/14015439.2021.1977383
- Carroll, J. M., & Snowling, M. J. (2004). Language and phonological skills in children at high risk of reading difficulties. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 631–640.
- Catts, H. W. (2001). Speech production/phonological deficits in reading-disordered children. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 504–508.
- Choudhury, N., & Benasich, A. A. (2003). A family aggregation study: The influence of family history and other risk factors on language development. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 261–272.
- Crosbie, S Holm, A & Dodd, B (2005) Intervention for children with severe speech disorder: A comparison of two approaches. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 40, 467–491.
- Crosbie, S., Pine, C., Holm, A., & Dodd, B. (2006). Treating Jarrod: A core vocabulary approach. *Advances in Speech Language Pathology*, 8(3), 316-321.
- Dale, P. S., Price, T. S., Bishop, D. V. M., & Plomin, R. (2003). Outcomes of early language delay: I. Predicting persistent and transient language difficulties at 3 and 4 years. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 544–560.
- Dean, E., & Howell, J. (1986). Developing linguistic awareness: A theoretically based approach to phonological disorders. *British Journal of Disorders of Communication*, 21, 223-238.

- Dean, E., Howell, J., Hill, A., & Waters, D. (1990). *Metaphon Resource Pack*. Windsor, Berks: NFER Nelson.
- Dean, E., Howell, J., Waters, D., & Reid, J. (1995). Metaphon: A metalinguistic approach to the treatment of phonological disorder in children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 9, 1–19.
- Dean, E. C.; Howell, J.; Waters, D.; Reid, J. (1995). *Metaphon: A metalinguistic approach to the treatment of phonological disorder in children*. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 9(1), 1–19. doi:10.3109/02699209508985318
- Delgado, C. E. F., Vagi, S. J., & Scott, K. G. (2005). Early risk factors for speech and language impairments. *Exceptionality*, 13, 173–191.
- Dodd, B., 2005, *Differential Diagnosis and Treatment of Children with Speech Disorder*, 2nd edn (London: Whurr).
- Dodd, B., 2011, Differentiating speech delay from disorder. Does it matter? *Topics in Language Disorders*, 31(2), 96–111.
- Dodd, B. (2014) Differential diagnosis of pediatric speech sound disorder. *Current Developmental Disorders Reports*, 3, 189–196.
- Eadie, P., Morgan, A., Ukoumunne, O. C., Ttofari Eecen, K., Wake, M., ve Reilly, S. (2015). Speech sound disorder at 4 years: Prevalence, comorbidities, and predictors in a community cohort of children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57, 578–584.
- Ege, P., Acarlar, F., & Turan, F. (2004). Ankara artikülasyon testi. Key Tasarım. Ankara.
- Felsenfeld, S., Broen, P. A., & McGue, M. (1994). A 28-year follow-up of adults with a history of moderate phonological disorder: Educational and occupational results. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1341–1353.
- Felsenfeld, S., McGue, M., & Broen, P. A. (1995). Familial aggregation of phonological disorders: Results from a 28-year follow-up. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1091–1107.
- Felsenfeld, S., & Plomin, R. (1997). Epidemiological and offspring analyses of developmental speech disorders using data from the Colorado adoption project. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 778–791.
- Fey, M. (1992). Articulation and phonology: Inextricable constructs in speech pathology. *Language, Speech, and Hearing Services in the Schools*, 23, 225–233.
- Fey, M. (1986). *Language intervention with young children*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Flipsen, P. (2015). Emergence and prevalence of persistent and residual speech errors. *Seminars in Speech Language*, 36, 217–223.
- Fox, A. V., Dodd, B., & Howard, D. (2002). Risk factors for speech disorders in children. *International Journal of Language & Communication Disorders*,

37, 117–131.

- Gierut, J.A. (1992). The conditions and course of clinically induced phonological change. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 1049–1063.
- Gierut, J.A. (1999). Syllable onsets: Clusters and adjuncts in acquisition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 42, 708–726.
- Gierut, J. A., 1998, Treatment efficacy: functional phonological disorders in children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 41, 85–100.
- Gierut, J. (2005). Phonological intervention: The how or the what? In A. Kamhi & K. Pollock (Eds.), *Phonological disorders in children: Clinical decision making in assessment and intervention* (pp. 201–210). Baltimore: Brookes.
- Gierut, J. A. (2007). Phonological complexity and language learnability. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16, 6–17.
- Gillon, G. T., & Moriarty, B. C. (2007). Childhood apraxia of speech: Children at risk for persistent reading and spelling disorder. *Seminars in Speech and Language*, 28, 48–57.
- Glogowska, M., Roulstone, S., Peters, T. J., & Enderby, P. (2006). Early speech- and language-impaired children: Linguistic, literacy, and social outcomes. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48, 489–494.
- Grunwell, P., 1981, *The Nature of Phonological Disability in Children* (London: Academic Press).
- Grunwell, P. (1987). *Clinical phonology* (2nd ed.). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Harrison, L. J., & McLeod, S. (2010). Risk and protective factors associated with speech and language impairment in a nationally representative sample of 4- to 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 508–529.
- Hesketh, A. (2004). Early literacy achievement of children with a history of speech problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 39, 453–468.
- Highman, C., Hennessey, N., Sherwood, M., & Leitao, S. (2008). Retrospective parent report of early vocal behaviours in children with suspected childhood apraxia of speech (sCAS). *Child Language Teaching & Therapy*, 24, 285–306.
- Hill, E. L. (2001). Non-specific nature of specific language impairment: A review of the literature with regard to concomitant motor impairments. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36, 149–171.
- Hill, E. L., & Bishop, D. V. M. (1998). A reaching test reveals weak hand preference in specific language impairment and developmental co-ordination disorder. *Laterality*, 3, 295–310.
- Hodson, B. & Paden, E. (1991). *Targetting Intelligible Speech: A Phonological*

Approach to Remediation (2nd ed.). Austin, Texas: Pro-Ed.

- Hodson, B. (2010). Evaluating and enhancing children's phonological systems: Research and theory to practice. Wichita, KS: PhonoComp.
- Hoffman, P., Norris, J., & Monjure, J. (1990). Comparison of process targeting and whole language treatments for phonologically delayed preschool children. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 21, 102–109.
- Hoffman, P., G. Schuckers, and R. Daniloff, *Children's Phonetic Disorders: Theory and Treatment*. Boston, MA: Little, Brown, 1989.
- Ingram, D. (1989). *Phonological disability in children* (2nd ed.). London: Whurr Publishers.
- JAKOBSON, R., FANT, C. G., and HALLE, M., *Preliminaries to Speech Analysis*. (2nd ed.) Cambridge, Mass.: MIT Press (1952).
- Jessup, B., Ward, E., Cahill, L., & Heating, D. (2008). Prevalence of speech and/or language impairment in preparatory students in northern Tasmania. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 10, 364–377.
- Kamhi, A. G. (2006). Treatment Decisions for Children With Speech–Sound Disorders. *Language Speech and Hearing Services in Schools*, 37(4), 271. doi:10.1044/0161-1461(2006/031)
- Kamhi, A., & Pollock, K. (Eds.). (2005). *Phonological disorders in children: Clinical decision making in assessment and intervention*. Baltimore: Brookes.
- Keating, D., Turrell, G., & Ozanne, A. (2001). Childhood speech disorders: Reported prevalence, comorbidity and socioeconomic profile. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 37, 431–436.
- Larivee, L. S., & Catts, H. W. (1999). Early reading achievement in children with expressive phonological disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 8, 118–128.
- Law, J., Boyle, J., Harris, F., Harkness, A., & Nye, C. (2000). Prevalence and natural history of primary speech and language delay: Findings from a systematic review of the literature. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 35, 165–188.
- Law, J., Rush, R., Schoon, I., & Parsons, S. (2009). Modeling developmental language difficulties from school entry into adulthood: Literacy, mental health, and employment outcomes. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1401–1416.
- Leitao, S., Fletcher, J., & Hogben, J. (2000). Speech impairment and literacy difficulties: Underlying links. *The Australian Educational and Developmental Psychologist*, 17, 63–75.
- Leitão, S., & Fletcher, J. (2004). Literacy outcomes for students with speech impairment: Long-term follow-up. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 39.

- Lewis, B. A. (1996, November). The comorbidity of phonology and reading disorders. Paper presented at the Annual Convention of the American Speech-Language-Hearing Association, Atlanta, GA.
- Lewis, B. A., & Freebairn, L. (1997). Subgrouping children with familial phonologic disorders. *Journal of Communication Disorders*, 30, 385–401.
- Lewis, B. A., Freebairn, L. A., Hansen, A. J., Stein, C. M., Shriberg, L. D., Iyengar, S. K., vd. (2006). Dimensions of early speech sound disorders: a factor analytic study. *J. Commun. Disord.* 39, 139–157. doi: 10.1016/j.jcomdis.2005.11.003
- Macrae, T. & Tyler, A.A. (2014) Speech abilities in preschool children with speech sound disorder with and without co-occurring language impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 45, 302–313.
- McCormack, J., McLeod, S., McAllister, L. ve Harrison, L. J., (2009). A systematic review of the association between childhood speech impairment and participation across the lifespan. *International Journal of Speech–Language Pathology*, 11(2), 155–170.
- McDonald, E. T., *Articulation Testing and Treatment: A Sensory Motor Approach*. Pittsburgh, PA: Stanwix House, 1964.
- McKinnon, D. H., McLeod, S., & Reilly, S. (2007). The prevalence of stuttering, voice, and speech-sound disorders in primary school students in Australia. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 38, 5–15.
- McLeod S, Baker E. Speech-language pathologists’ practices regarding assessment, analysis, target selection, intervention, and service delivery for children with speech sound disorders. *Clin Linguist Phon.* 2014;28(7–8):508–531
- McLeod, S., Verdon, S., & The International Expert Panel on Multilingual Children’s Speech. (2017). Tutorial: Speech assessment for multilingual children who do not speak the same language(s) as the speech-language pathologist. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 26, 691–708.
- McLeod, S. ve Harrison, L. J., (2009). Epidemiology of speech and language impairment in a nationally representative sample of 4- to 5-year-old children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1213–1229.
- Menyuk, P., Chesnick, M., Liebergott, J. W., Korngold, B., D’Agostino, R., & Belanger, A. (1991). Predicting reading problems in at-risk children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 893–903.
- Nathan, L., Stackhouse, J., Goulandris, N., & Snowling, M. J. (2004). The development of early literacy skills among children with speech difficulties: A test of the “Critical Age Hypothesis.” *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 377–391.
- Page Padén, E. (1994). Otitis media and disordered phonologies: Some concerns and cautions. *Topics in Language Disorders*, 14, 72–83.

- Paradise, J. L., Dollaghan, C. A., Campbell, T. F., Feldman, H. M., Bernard, B. S., Colborn, D. K., . . . Smith, C. G. (2005). Otitis media and tympanostomy tube insertion during the first three years of life: Developmental outcomes at the age of four years. *Pediatrics*, 112, 265–277.
- Paradise, J. L., Feldman, H. M., Campbell, T. F., Dollaghan, C. A., Rockette, H. E., Pitcairn, D. L., . . . Pelham, W. J. (2007). Tympanostomy tubes and development outcomes at 9 to 11 years of age. *New England Journal of Medicine*, 356, 248–261.
- Pascoe, M., Stackhouse, J., & Wells, B. (2005). Phonological therapy within a psycholinguistic framework: Promoting change in a child with persistent speech difficulties. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 40, 189–220.
- Peterson, R. L., Pennington, B. F., Shriberg, L. D., & Boada, R. (2009). What influences literacy outcome in children with speech sound disorder? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1175–1188.
- Preston, J. & Edwards, M.L. (2010). Phonological awareness and types of sound errors in preschoolers with speech sound disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 44–60.
- Raitano, N. A., Pennington, B. F., Tunick, R. A., Boada, R., & Shriberg, L. D. (2004). Pre-literacy skills of subgroups of children with speech sound disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 821–835.
- Reilly, S., Wake, M., Bavin, E. L., Prior, M., Williams, J., Bretherton, L., . . . Ukoumunne, O. C. (2007). Predicting language at 2 years of age: A prospective community study. *Pediatrics*, 120, e1441–e1449.
- Reilly, S., Wake, M., Ukoumunne, O. C., Bavin, E., Prior, M., Cini, E., . . . Bretherton, L. (2010). Predicting language outcomes at 4 years of age: Findings from Early Language in Victoria Study. *Pediatrics*, 126, e1530–e1537.
- Rescorla, L. (2002). Language and reading outcomes to age 9 in late-talking toddlers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 360–371.
- Rice, M. L., Taylor, C. L., & Zubrick, S. R. (2008). Language outcomes of 7-year-old children with or without a history of late language emergence at 24 months. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 394–407.
- Roberts, T. A. (2005). Articulation accuracy and vocabulary size contributions to phonemic awareness and word reading in English language learners. *Journal of Educational Psychology*, 97, 601–616.
- Roberts, J., Rosenfeld, R. M., & Zeisel, S. A. (2004). Otitis media and speech and language: A meta-analysis of prospective studies. *Pediatrics*, 113, e238–e248.
- Robinson, R. J. (1991). Causes and associations of severe and persistent specific speech and language disorders in children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33, 943–962.

- Roulstone, S., Miller, L. L., Wren, Y., & Peters, T. J. (2009). The natural history of speech impairment of 8-year-old children in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children: Error rates at 2 and 5 years. *International Journal of Speech- Language Pathology*, 11, 381–391.
- Rvachew, S. (2007). Phonological processing and reading in children with speech sound disorders. *American Journal of Speech- Language Pathology*, 16, 260–270.
- Rvachew, S., & Bernhardt, B. M. (2010). Clinical implications of dynamic systems theory for phonological development. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19, 34–50.
- Shriberg, L., (1997). Developmental phonological disorders: one or many? In B. W. Hodson and M. L. Edwards (eds), *Perspectives in Applied Phonology* (Gaithersburg, MD: Aspen), pp. 105– 132.
- Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1988). A follow-up study of children with phonologic disorders of unknown origin. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 144–155.
- Shriberg, L. D. ve Kwiatkowski, J., (1991). Developmental phonological disorders 1: A clinical profile. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1100–1126.
- Shriberg, L. D., Austin, D., Lewis, B. A., McSweeney, J. L., & Wilson, D. L. (1997). The Speech Disorders Classification System (SDCS): Extensions and lifespan reference data. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 723–740.
- Shriberg, L. D., Tomblin, J. B., & McSweeney, J. L. (1999). Prevalence of speech delay in 6-year-old children and comorbidity with language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1461–1481.
- Shriberg, L. D., P. Flipsen, Jr., H. Thielke, J. Kwiatkowski, M. Kertoy, R. Nellis, and M. Block, “Risk for speech disorder associated with early recurrent otitis media with effusion:
- Shriberg, L. (2009). *Childhood Speech Sound Disorders : From Postbehaviorism to the Postgenomic Era* LAWRENCE.
- Snowling, M. J., Bishop, D. V. M., & Sothard, S. E. (2000). Is preschool language impairment a risk factor for dyslexia in adolescence? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41, 587–600.
- Stackhouse, J. ve Wells, B., 1997, *Children’s Speech and Literacy Difficulties: A Psycholinguistic Framework* (London: Whurr).
- Stanton-Chapman, T. L., Chapman, D. A., Bainbridge, N. L., & Scott, K. G. (2002). Identification of early risk factors for language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 23, 390–405.
- Storkel, H. L. (2018). The complexity approach to phonological treatment: How to select treatment targets. *Language, Speech, and Hearing Sciences in Scho-*

ols, 49, 463–481.

- Sutherland, D., & Gillon, G. T. (2007). Development of phonological representations and phonological awareness in children with speech impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 42, 229–250.
- Tomblin, J. B., Hardy, J. C., & Hein, H. A. (1991). Predicting poor-communication status in preschool children using risk factors present at birth. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 1096–1105.
- Topbaş, S. (2006). Türkçe sesletim-sesbilgisi testi: Geçerlik-güvenirlik ve standartizasyon çalışması.
- Tyler, A. A., (2010). Subgroups, comorbidity, and treatment implications. In R. Paul and P. Flipsen, Jr (eds), *Speech Sound Disorders in Children—in Honor of Lawrence D. Shriberg* (San Diego, CA: Plural), pp. 71–92.
- Van Riper, C. (1958, 1954, 1947). *Speech Correction: Principles and Methods*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Visscher, C., Houwen, S., Moolenaar, B., Lyons, J., Scherder, E. J., & Hartman, E. (2010). Motor proficiency of 6- to 9-year-old children with speech and language problems. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52, e254–e258.
- Visscher, C., Houwen, S., Scherder, E., Moolenaar, B., & Hartman, E. (2007). Motor profile of children with developmental speech and language disorders. *Pediatrics*, 120, e158–e163.
- Waring, R. ve Knight, R. (2013). How should children with speech sound disorders be classified? A review and critical evaluation of current classification systems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48, 25–40.
- Webster, R. I., Majnemer, A., Platt, R. W., & Shevell, M. I. (2005). Motor function at school age in children with a preschool diagnosis of developmental language impairment. *Journal of Pediatrics*, 146, 80–85.
- Williams, A. L. (2003). Target selection and treatment outcomes. *Perspectives on Language Learning and Education*, 10, 12–16.
- Williams, A.L. (2005). Assessment, target selection, and intervention: Dynamic interactions within a systemic perspective. *Topics in Language Disorder*, 25, 231–242.
- Wolke, D., & Meyer, R. (1999). Cognitive status, language attainment, and pre-reading skills of 6-year-old very preterm children and their peers: The Bavarian longitudinal study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 94–109.
- Wren, Y., Miller, L. L., Peters, T. J., Emond, A., & Roulstone, S. (2016). Prevalence and Predictors of Persistent Speech Sound Disorder at Eight Years Old: Findings From a Population Cohort Study. *Journal of Speech Language*

and Hearing Research, 59(4), 647. doi:10.1044/2015_jslhr-s-14-0282

Wren, Y., Harding, S., Goldbart, J., & Roulstone, S. (2018). A systematic review and classification of interventions for speech-sound disorder in preschool children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(3), 446–467. doi:10.1111/1460-6984.12371

Yliherva, A., Olsén, P., Mäki-Torkko, E., Koironen, M., & Järvelin, M. R. (2001). Linguistic and motor abilities of low-birthweight children as assessed by parents and teachers at 8 years of age. *Acta Paediatrica*, 90, 1440–1449.

Zubrick, S. R., Taylor, C. L., Rice, M. L., & Slegers, D. W. (2007). Late language emergence at 24 months: An epidemiological study of prevalence, predictors, and covariates. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50, 1562–1592.

Bölüm 14

EMBRİYODAN ERİŞKİNE ERKEK ÜREME HÜCRELERİ

Gülnaz KERVANCIOĞLU¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, E-mail: gulnazkervancioglu@aydin.edu.tr ; gkervancioglu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4737-3053

GİRİŞ

Embriyoda 3.-4. haftalar itibarıyla belirmeye başlayan öncül germ hücreleri, erişkin erkekte matür spermatozooya dönüşene kadar uzun bir yol kat eder. Bu çok karmaşık bir süreçtir.

Üreme hücreleri, prenatal (embriyonal, fetal), postnatal, prepubertal ve erişkin dönemde morfolojik değişime uğrayıp matürasyon geçirmektedir. Böylece farklı potansiyel süreçlerine ulaşmaktadır. Üreme kök hücreleri çok erken dönemde embriyonik ektodermden kaynaklanan primordiyal germ hücre popülasyonunu oluştururlar (1).

Embriyonal primordiyal germ hücreleri diploid yuvarlak şekilli hücrelerdir. Daha sonraki aşamadaki sırasıyla gonositler ve spermatogonyumlar da diploid kromozomlu yine yuvarlak şekilli hücrelerdir. Spermatogonyumlar, spermasitogenez ve spermiyogenez süreci sonunda dölleme yeteneğine sahip haploid kromozomlu kamçılı spermatozooya dönüşür.

Spermatogonyumlar kendini yenileme ve genetik bilgiyi yeni nesillere aktarma yeteneğine sahiptir (2).

Spermatogonyumlardan, spermatogonyal kök hücreler oluşur. Spermatogonyal kök hücrelerin oluşumundaki sorunlar erkeklerde infertiliteye neden olur. Bu hücrelerin organizasyon sürecinin bilinmesi/irdelenmesi infertilite tedavisi ve restorasyonu için önem arz etmektedir. İn vitro ve in vivo ortamlarda bu hücrelerin kültürlerinin yapılabilmesi kök hücre tedavilerini de beraberinde getirir (3).

Spermatogonyal kök hücreler mayoz bölünmeler geçirir diferansiyasyona uğrar spermatogenik seri hücrelerini oluşturarak spermatogenezi başlatır.

Spermatogonyal kök hücrelerle birlikte spermatogenik seri hücrelerini içeren spermatogenezin tüm aşamalarındaki üreme hücrelerinin irdelenmesi erkek çocuklarda ve erişkin erkekte fertilitate restorasyonunda giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Puberte öncesi erkek çocuklarda olgun spermatozoanın henüz oluşmamış, germ hücreleri primordiyal germ hücreleri ve gonositler aşamasındadır. Bu nedenle onkoloji hastası erkek çocukların ileri yaşamında fertilitate yeteneklerinin kazandırılması, bu aşamadaki hücrelerin de in vitro ve in vivo kültürlerinin yapılabilmesi restorasyon için gereklidir. Azoospermi ve spermatogenez arresti bulunan puberte sonrası/erişkin erkeklerde sebebin ve etken faktörlerin anlaşılabilmesi bu bilgilere gereksinim duymaktadır. Erkek üreme hücrelerinin her aşaması, hücre hattı oluşumunun incelenmesi infertilite tamirinin sağlanması yanında germ hücre kaynaklı tümörlerin tam olarak anlaşılması için de önem arz etmektedir.

Farklı aşamalarda tüm germ hücrelerinin, bu gelişim değişim ortamını sağlayan yardımcı somatik hücrelerle etkileşimi mevcuttur. Germ hücreleri seminifer tubuluslarda somatik hücrelerin destekleyip oluşturdıkları mikroçevre/niş içinde proliferasyon ve diferansiyasyonunu gerçekleştirir.

Primordiyal germ hücreleri, spermatogonyal kök hücreler, spermatogenik seri hücrelerinin in vivo ve özellikle in vitro ortamda yaşatılabilmesi için mikroçevre şartlarının oluşturulabilmesi, somatik hücrelerle karşılıklı etkileşimlerinin de incelenmesi önemlidir. Bu nedenlerle son yıllarda fertilitate korunması araştırmaları, in vitro spermatogenez, iki ve üç boyutlu testiküler doku kültürleri, bu kültür ortamları için organoidlerin oluşturulması konularına yoğunlaşmıştır. Bunların yanında in vivo ortamlarda spermatogenezin gerçekleştirilebilmesi zor veya imkansız gibi görünen tedavilere olanak sağlayacaktır (4).

İNTRAUTERİN-PRESPERMATOGENEZ DÖNEMİNDE ÜREME HÜCRELERİ

Embriyonal 4. haftada primordiyal germ hücreleri epiblasttan allantois duvarından 5-6. haftada son barsak dorsali boyunca gonadlara doğru göç eder (5, 6). Embriyoda, gonadların gelişimi 5. hafta mezonefrozun medialinde gonadal kabartıları oluşturmasıyla başlar. Parmak şeklinde alttaki mezenkim içine doğru ilerleyen yüzey mezotel hücreleri gonadal kordonları oluşturur. Taslağın medulla bölgesindeki gonadal kordonların gelişmesiyle testis yönünde gelişim gerçekleşir. Gonadal kordonlar seminifer tübül taslaklarını oluşturur (5). Primordiyal germ hücreleri gonad taslaklarındaki gonadal kordonların içine dahil olur gonosit haline gelir ve doğum sonrasına kadar bekler (7).

Embriyonal 6. haftadan sonra primordiyal germ hücreleri seminifer kordonların merkezindeki lümen bölgesine karşılık gelen alana yerleşir. Yenidoğanda ve immatür testis dokusunda gonositler, seminifer tubulusların merkez bölgesinde yerleşimli yuvarlak şekilli hücreler olarak görülür. Seminifer kordonların çaplarına oranla iri hücrelerdir. Gonositlerin sitoplazmaları geniş, tek nukleuslu, bir iki belirgin nukleolusu bulunur (8). Gonositler ilerleyen süreçte proliferasyon ve relokalizasyon gösteren hücrelerdir (9).

Primordiyal germ hücrelerinin fetal ve neonatal dönemlerdeki aşamalarını gonositler oluşturur. Yenidoğan testisinde germ hücreleri gonosit aşamasındadır. Primordiyal germ hücreleri ile spermatogonyal kök hücreler arasındaki fetal- prepubertal dönemdeki geçiş evresine karşılık gelen gonosit terimi ilk olarak Clermont ve Perey (1957) tarafından kullanılmıştır (10). Gonositler, pluripotent potansiyele sahip primordiyal germ hücrelerinden farklılaşır (11, 12). Gonositler üreme hücre soyunu geliştirme

potansiyeliyle sınırlı olan unipotent hücrelerdir (7). Gonositler, ilerleyen süreçte erkek üreme hücre serisinin gelişimini sağlayan kök hücreleri olan spermatogonyumları oluşturur. Gonositler, primordiyal germ hücreleri ile spermatogonyal kök hücreleri arasındaki geçiş sürecini temsil eder. Gonositler, prespermatogonia, prospermatogonia veya daha geniş anlamda ilkel prekürsör germ hücrelerini oluşturur (13). Ancak gonositlerin, sadece bir kısmı A spermatogonyumları oluşturarak spermatogonyal kök hücrelere farklılaşır. Spermatogonyal kök hücreler puberte itibarıyla spermatogenezi başlatır (14). Gonositlerin diğer bir kısmı ise apoptoza uğrar kaybolur. Bu gelişimde moleküler ve biokimyasal mekanizmalar rol oynar (15). Böylece gonositler farklı gelişimsel potansiyele sahip iki hücre popülasyonu oluşturur. Bir kısmı bazal membrana doğru hareket edecek olan sitoplazmik uzantılar oluşturan psödopod gonositler, diğerleri yuvarlak gonositlerdir. Psödopod oluşturmayan yuvarlak gonositler apoptoza uğrarlar. Psödopod gonositler ise bazal membrana doğru hareket edip bazal membrana temas eder yerleşir ve spermatogonyumları oluşturur. Spermatogonyumlar, spermatogonyal kök hücrelerine dönüşür. Apoptoza uğrayan gonositler de kaybolur (16). Gonositlerde apoptoz, seminifer tubuluslarda, bazal membrana doğru göç esnasında ve spermatogonyaya dönüşme aşamasında gerçekleşir (17) (Tablo 1).

Tablo 1. Fertilizasyondan puberteye üreme hücrelerinin değişim süreci

PGH	Gonosit, Mitozlar	SKH	A, B SG	Spermatozoa
Embriyonal 7. hafta	Embriyonal 8. hafta - yeni doğan dönemi	Doğumdan sonra 8-12 ay	Doğumdan sonra 2-5 yaş	Spermatogenez
Doğum			Puberte	
Prespermatogonya...Prospermatogonya				
Apoptoz				

PGH: Primordiyal germ hücreleri SKH: Spermatogonyal Kök Hücre SG: Spermatogonyum

İntrauterin dönemde psödopodlu gonositler çoğalmaya ve bazal membrana doğru göç etmeye başlar. Bazal membrana doğru göç ederken sitoplazma, ilerleyeceği yöne doğru uzayıp psödopod oluşturur.. Psödopodları bazal membrana kadar uzatırlar hareket etmeye başlar. Seminifer tubulusun merkezinden bazal membrana doğru hareket ederler. Bazal membranla temas ederek bazal membranda güvenli bir ortama yerleşmiş olurlar. Bazal membrana yerleşen hücreler, spermatogonyumlara dönüşür. Spermatogonyumlar, yuvarlak 12 µm çapında hücrelerdir. Spermatogonyumlar mitoz bölünmelerle, kendini yenileme ve farklılaşma yeteneğine sahip spermatogonyal kök hücreleri oluşturur. Spermatogonyumların göç

etme ve proliferasyon ayrı mekanizmalar ile düzenlenmekte ve birbirinden bağımsız gerçekleşmektedir (7, 9, 14, 18).

İntrauterin dönem gelişim sürecinde germ hücreleri embriyonal ilk 7.haftaya kadar primordiyal germ hücreleri safhasındadır. 7.hafta itibariyle gonositleri oluşturur. Gonositler ardışık mitozlar geçirerek doğum sonrası 8-12 haftaya kadar prespermatogonyal dönemi oluşturur (19).

Spermatogonyal Kök Hücrelerinin Özellikleri

İnsanla benzerlik gösteren sıçanda gonositler bir hafta içinde yaklaşık **9 mitoz bölünme** geçirir. Gonositler hem göç eder aynı zamanda da mitoz bölünmeler geçirir. Gonositler, göç esnasında A tek/single (As) veya izole/isolated (Ais) denilen spermatogonyumlara dönüşür (18). Ancak As spermatogonyumun, proliferasyon gösteren spermatogonyuma farklılaşmasının ya da kök hücre olarak kalıp kendisini yenilemesinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir (20). Bazal membrana göç sonrası oluşan spermatogonyal kök hücrelerin oluşma süreci ise 2-5 yaş aralığında başlar ve puberteye kadar sürer (19).

As spermatogonyum mitoz geçirerek birbirlerine hücreler arası köprü ile bağlı iki yavru A çift/paired (Apr) spermatogonyumlara dönüşür. Bu hücreler de tekrar iki veya üç kere bölünerek A sıralı/aligned (Aal) spermatogonyumlara dönüşür ve bir hücre zinciri oluşturur. As, Apr, Aal Spermatogonyumlara farklılaşmamış/undiferanciated (Aund) spermatogonyumu oluşturur. Aund Spermatogonyumlar proliferatif spermatogonyumlardır. Doğumdan sonra 8. günde farede Aund SG hücrelerinin sayısı erişkindeki hücre sayısına ulaşır. Aal spermatogonyum mitoz geçirmeden A1 tip spermatogonyuma dönüşür. A1 tip SG 6 kere mitoz bölünme geçirerek, A2, A3, A4 ve ara/intermediate tip spermatogonyumlar ve daha sonra B tip spermatogonyumları oluşturur. Bu hücreler farklılaşmış spermatogonyumlardır. B tip spermatogonyumlar bölünerek spermatositleri oluşturur ve mayoz süreci başlar (18). B tip spermatogonyumlar, spermatogonyal kök hücreler fazının son hücresidir (Tablo 2).

Tablo 2. Spermatogonyal kök hücre tiplerinin sınıflaması (21)

SG	Yenilenen (undiferansiye)	SG	Farklılaşan (diferansiye)	SG
As SG (Ais SG)	Apr SG		A1, A2, A3, A4	
	Aal SG		Intermediate SG	
			B SG	

SG: *Spermatogonyum*

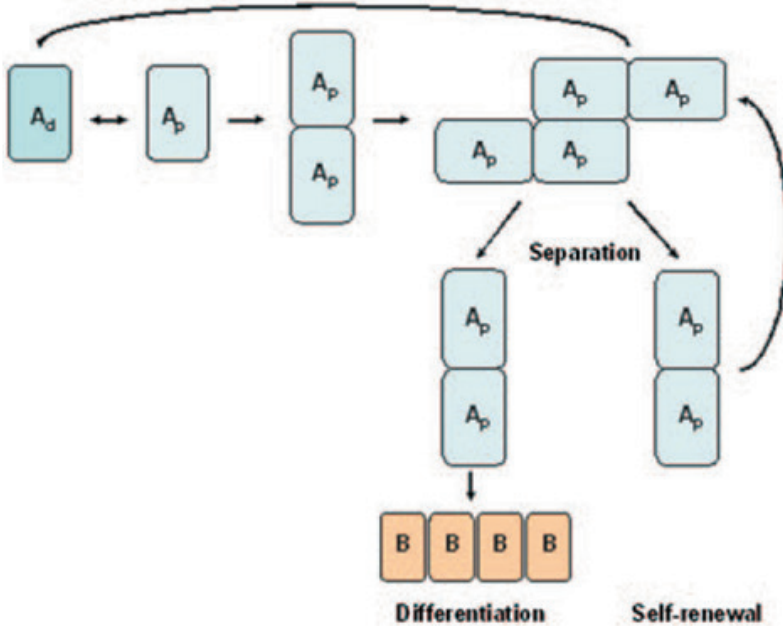
A SG'leri ışık mikroskopunda nükleoplazmaları koyu ya da açık renk boyanan hücreler olarak iki şekilde görülür. A Spermatogonyumlarkendi içinde bu özellikleriyle birbirlerinden ayırt edilebilir.

Ad (koyu renkli) tip SG: Seminifer tubulusların kök hücreleri olarak değerlendirilmektedir. Koyu renkli, yoğun bazofilik, ince granüler kromatinli ovoid nükleuslu SG'lerdir. Belirli aralıklarla bölünerek ya kök hücre olarak kalmaya devam eden Ad SG çiftini oluşturur ya da Ap SG çiftini oluşturur.

Ap (açık renkli) tip SG: Açık renkli hafif boyanan, ince granüler kromatinli ovoid nükleuslu SG'lerdir. Ap SG farklılaşarak spermatozoayı üretir. Ayrıca mitoz bölünmeler geçirerek kendini yenileyip sayısını artırabilir (22). Gerektiği durumlarda Ad ve Ap SG'lerin karşılıklı olarak birbirine dönüşebilme özelliği vardır (23, 24).

B tip SG: Nükleus yuvarlak olup, kaba kromatin yapısı vardır. Kromatin nükleus membranı boyunca ve merkezi nukleolus etrafında yoğunlaşmış olarak görülür (22).

A ve B tip SG'lerin sitoplazmaları farklılık göstermez ancak nükleus özellikleriyle birbirinden ayırt edilir (25) (**Şekil 1**).



Şekil 1. Spermatogonyal kök hücrelerin dönüşümü (24)

Erkek gonadda germ hücreleri dışında bulunan somatik hücreleri Ser-

toli hücreleri, Leydig hücreleri ve peritübüler miyoid hücreleri oluşturur. Sertoli hücreleri, gonadın yüzey mezodermal epitelinden gelişir (5). Leydig ve miyoepitelyal hücreler ise embriyonal mezenkimden gelişir. Üreme hücrelerini bu somatik hücreler destekler. Erkek üreme hücrelerinin matürasyonu için gerekli mikroçevre ve nişin oluşmasında Sertoli, leydig hücreleri ve peritubuler miyoid hücreler önemli rol oynamaktadır. Leydig hücreleri androjen hormonlarını 7. haftadan sonra 8. haftada salgılamaya başlayarak süreci etkiler. Androjenler boşaltım kanallarının ve dış genital organların erkek yönde farklılaşmasını uyarır.

PUBERTE DÖNEMİNDE ÜREME HÜCRELERİ VE SEMİNİFER TUBULUSLARIN YAPISI

Prepubertal erkek gonadda, Sertoli hücreleri seminifer tubuluslarda spermatogonyumların bazala yerleşmesini sağlar. Spermatogonyumların tamamen bazal membrana yerleşmesinden sonra Sertoli-Sertoli hücreleri arasında bazo-lateral yüzeyde sıkı bağlantılar gelişir. Bu sıkı bağlantılar kan-testis bariyerini oluşturur. Sıkı bağlantı kompleksi bazal ve adluminal kompartmanı birbirinden ayırır (26).

Bazal membrana yerleşen spermatogonyumların bazal membrana oturan yüzeyi yassılaşır. Sertoli hücreleri ile temasta olan üst yüzeyi yuvarlaklığını korur. Diferansiyasyon fazının sonunda mayoz bölünme başlar. Matüre olan B spermatogonyum, preleptoten spermatositleri oluşturur. Preleptoten hücreler, hücre siklusundaki sentez (-S-) fazı öncesi son hücre safhasıdır. Preleptoten hücreler B spermatogonyuma göre %30 oranında daha küçük olması dışında morfolojik olarak B spermatogonyuma benzer. Nukleusları ovoid şekildedir. Preleptoten safhasından leptoten safhasına geçiş 1. mayozun profaz safhasının başladığını gösterir. Leptoten safhasında kromozomlar kondanse olur ama henüz kromozom çiftleri oluşmamıştır. Mayoz başladığında preleptoten spermatositlerin leptoten spermatositlere dönüşümü ile bazal membrandan seminifer tubulus lümenine doğru bir yavaşça hareket eder. Nukleus şekli yuvarlaklaşır. Tam da bu safhada (leptoten) intermediate kompartmana geçmiştir. Bazal kompartmanda, spermatogonyum alt tipleri ve erken mayoz bölünmenin leptoten fazından öncesine kadar olan preleptoten fazındaki hücreler bulunur (27). Hücrelerin, bazal kompartmandan adluminal kompartmana geçişi esnasında sıkı bağlantı kompleksi geçişe izin verir. Üçüncü bir kompartman olan ara/intermediate kompartmanın oluşmasını sağlar. Intermediate kompartman hücre geçişi esnasında oluşur.

Sıkı bağlantı kompleksi ardışık olarak gelişen değişikliklerle açılır ve leptoten spermatositler intermediate kompartmana geçmiş olur (27).

Kan-testis bariyeri, kan ve lenf sıvısında bulunan toksik maddelerin tubulus lümenine geçişini engeller. Aynı zamanda immunolojik bir bari-

yer fonksiyonuyla da oto-antikörlerin seminifer tubulusa geçişini engeller. Yeni doğan ve prepubertal dönemlerinde seminifer tubulusların gelecekteki lümen bölgesini Sertoli hücrelerinin sitoplazmaları doldurur.

Puberteyle birlikte Sertoli hücreleri sıvı salgılamaya başlar. Sertoli-Sertoli hücreleri arasında oluşan sıkı bağlantı kompleksi bu sıvının bazala ters yönde akımına izin vermez. Kan testis bariyeri bu sıvının bazal kompartmana geçişini engeller. Sıvı, sıkı bağlantı kompleksinin üst bölgesinde kalır ve böylece adlüminal kompartmanda toplanır. Sıkı bağlantı kompleksinin oluşumu ile seminifer tubulus lümeninin oluşumu ilişkilidir. Doğumda mevcut olmayan tubulus lümen alanı, Sertoli hücrelerinden salgılanan sıvı ile dolmaya ve genişlemeye başlar. Adluminal kompartmanda kalan sıvının basıncı seminifer tubulus lümeninin oluşmasını sağlar. Seminifer tubulus lümeninin gelişmesi sıkı bağlantıların oluşması ile doğrudan ilişkilidir. Salgılanan bu sıvı spermatozoanın genital kanallardan geçişini kolaylaştırır (27).

Sertoli hücreleri tubulusta bazal membran üzerine dizilmiş destek hücrelerdir. Bazal membrandan tubulus lümenine doğru uzanırlar. Bazaldan apikale yüksekliği sıçan testisinde yaklaşık 90 µm dir. Seminifer tubulusların yapısal organizasyonunu sağlar ve tubulusların kalınlığını oluşturur. Sertoli hücreleri vasküler lenfatik alan ile germ hücreleri arasında köprü vazifesi gördüğü için “Köprü hücreleri” olarak da isimlendirilir. Rutin hematoksilen eozin boyası ile ışık mikroskopunda Sertoli hücre sınırları görülmez. Sertoli hücrelerinin nukleusları, 9-12µm çapında açık renk genellikle ovoid şekilli, merkezi yerleşimli nukleoluslu ve hücrenin bazale yakın bölgesinde yerleşimlidir. Sertoli hücrelerinin yan yüzlerinde boylu boyunca germ hücreleri sıralanarak yer alır. Sertoli hücreleri gelişen germ hücrelerini destekleyerek beslenmelerini sağlar ve aktif olarak spermatogenezde rol oynar (20, 22, 25).

ERİŞKİNDE SPERMATOGENİK SERİ HÜCRELERİ

Spermatogenik seri hücreleri seminifer tubulusta 4-8 tabaka halinde sıralanır. Pubertede ya da cinsel olgunlaşma başladığında spermatogenik seri hücreleri mayoz bölünmeler geçirip diferansiye olarak olgun spermatozoayı oluşturur. Spermatogonyum bazal membran üzerinde bazal kompartmanda bulunur.

Spermatositogenez başladığında **preleptoten** spermatositler, **ara/intermediate** kompartmana leptoten olarak geçer. **Leptoten, zigoten, pakiten, diploten spermatositler mayoz bölünmeyi sürdürür.** Diploten spermatositler germ hücre tipleri arasında en büyük hücre safhasıdır. 1.Mayoz bölünme metafaz anafaz telefaz safhalarından geçer. 1. Mayoz bölünmeyle primer spermatosit sekonder spermatosite dönüşür. 2.Mayoz bölünme ile de sekonder spermatositten spermatidler oluşur. 2. mayoz sonucu oluşan

hücreler, 1.mayoz sonucu oluşan hücelere oranla çapı relatif olarak daha küçük hücrelerdir. Aynı zamanda haploid kromozomlu hücrelerdir (27).

B spermatogonyumun, spermatozoid I, spermatozoid II safhalarından sonra spermatidlere kadar olan mayoz bölünme ve değişimi **spermatositogenez** fazını oluşturur. Spermatositogenez ile spermatogenez seri hücreleri oluşur. Spermatidlerin farklılaşarak kuyruklu dölleyici olgun üreme hücrelerini/spermatozoayı oluşturması **spermiyogenez** fazını oluşturur. Fazlarının toplamı **spermatogenez** oluşturmaktadır (20,22).

Spermiyogenez fazında yuvarlak spermatidin morfolojik olarak çok farklı uzamış kuyruklu bir hücreye dönüşmesi gerçekleşir. Sentirol çiftinin birisi hücre yüzeyinde aksonem oluşumunu sağlar. Aksonem 9+2 mikrotubul yapısı gösterir. Aksonem, spermatid plazma membranının hücreden uzamasını sağlar. Yeni oluşan küçük çıkıntı şeklindeki flagellum plazma membranı ile çevrilidir ve seminifer tubulus lümenine doğru uzar. Aksonem, akrozom vezikülünün tam karşı bölgesinde gelişir. Sitoplazmadaki mitokondriler kuyruğun orta parçası çevresine yerleşir.

Akrozom, spermatozoon baş bölgesinde nukleusun üzerini kep gibi örten tek büyük vezikül şeklindedir. Golgi cisimleri de birleşerek proakrozomal vezikülleri oluşturur. Proakrozomal veziküller tek akrozom vezikülünü oluşturur. Akrozom iç membranı nukleus membranı ile temastadır. Spermatidde kuyruk ve tam karşı bölgesinde akrozomun gelişmesi spermatid polarite özelliği verir. Kuyruk ile başın birleşme hattı, uzamaya başlayan spermatidin boyun kısmını oluşturur. Spermatid uzamaya başladığında, sitoplazma da uzayan kuyruğu sıkıca sararak uzar. Spermatidde yuvarlak şekilli olan nukleus uzayan spermatidde oval şekil alır. Spermatid, spermatozoona dönüştüğünde sitoplazmasının bir kısmını kaybeder. Sitoplazma suyunun azalması yoğunlaşması, tubulobulbar komplekslerin yıkılması ve boyun sitoplazma artığının fagosite edilmesi nedenleriyle sitoplazmanın yaklaşık %25'i azalmış olur. Boyun bölgesinde oluşan sitoplazma lobu içinde daha ileride hücrenin gereksinim duymayacağı RNA parçacıkları, paketlenmiş organeller, inklüzyon cisimleri bulunur. Sitoplazma artığını Sertoli hücreleri fagosite ederek uzaklaştırır (27).

Yeni oluşan spermatozoa artık adlüminal kompartmandadır. Lümen serbestleştirilen spermatozoa hareket/motilite yeteneğini henüz kazanmamıştır. Motilite yeteneği epididimiste gelişir kapasite olur. Ancak spermatozoa testiste ve erkek genital kanallarında iken hareket etmez. Ejakülasyon ile vücut dışına çıktığında likeifikasyon olduktan sonra hareket etmeye başlar.

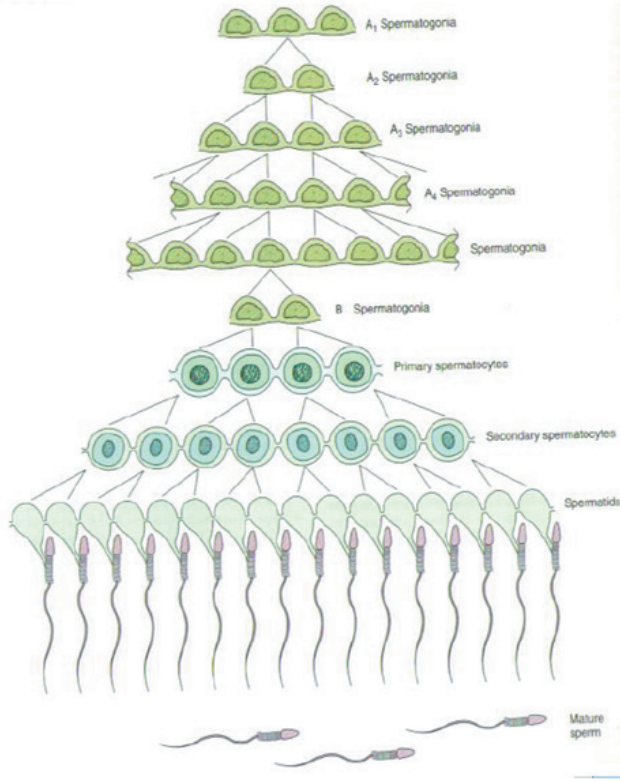
Spermatogenez sonucunda tek bir spermatogonyumdan 64 spermatozoa oluşur. Bu süreç insanda yaklaşık 72 gündür.

Pubertal dönemde spermatogonyumların kendi kendini yenileme işlevinin sürdürülmesi, kök hücrelerin üreme kapasitesi ve aktivitesine bağlıdır. spermatogonyal kök hücreler kendi kendini yenileyen özel hücre sistemidir. İnfertil alıcı testislere transplantasyonu ile spermatogenez kolonileri oluşturma ve sürdürme yetenekleri mevcuttur. Spermatogonyal kök hücreler karmaşık ve somatik hücrelere benzemeyen özellikler gösterir. Erkekten nesilden nesillere genetik materyal aktarımını sağlayan tek hücre tipidir (28, 29, 30).

Spermatogonyumlar diploid (2n) hücrelerdir. B spermatogonyumlar mitoz bölünme geçirerek primer spermatositleri (spermatosit I) oluşturur. Primer spermatositler ökromatik nükleuslu yuvarlak hücrelerdir. Birkaç haftalık uzun bir yaşam süreci olan primer spermatositler mayoz bölünme geçirerek sekonder spermatositleri (spermatosit II) oluşturur. Sekonder spermatositler interfazda kısa süre kalıp kromozomlarda replikasyon olmadan süratle ikinci mayoz bölünmeyi geçirir. Sekonder spermatositlerin birkaç saatlik ömrü vardır. O nedenle seminifer epitelde bu safhayı yakalamak zordur. Sekonder spermatositler mayozla, haploid (n) kromozomlu spermatidleri oluşturur. Spermatositogeneizde bölünmeler esnasında nükleus bölünür, sitoplazma ise farklı olarak modifiye bir bölünme gerçekleştirir. Yeni oluşan iki yavru hücre (spermatid) arasında sitoplazmik bir bağlantı kalır. Hücreler birbiriyle bu köprüler aracılığıyla ilişkidir (**Şekil 2**). Bu bağlantı, hücrelerin senkron aktivite göstermesini sağlar. Mayoz bölünme sonucu oluşan spermatidler, küçük yuvarlak hücrelerdir. Tek bir A spermatogonyumdan gelişen spermatidler, birbiriyle sitoplazmik köprülerle bağlı küçük hücre grupları halinde, tubulus lümenine yakın kısımda yer alır.

Sıkı demetler oluşturan spermatidler, seminifer epitelin yaklaşık üçte birine nüfuz eder. Spermatidlerde golgi cisimleri belirginleşir. Akrozom vesikülü oluşur. Akrozom nükleus zarına yakın olarak nükleusu çevresinin 1/3'ünü kaplar. Giderek akrozom vezikülü genişler. Kamçı oluşumuyla birlikte spermatid sitoplazması belirgin olarak uzamaya başlar. Uzun spermatidler tamamen yoğunlaşmış ve koyu renklidir demet düzenini kaybeder. Spermiyogenez safhasında spermatid akrozomu bazal membran yönünde, kamçı tubulus lümeni yönünde bulunur. Böylece spermatidler, spermiyogenezde golgi, akrozomal faz ve matürasyon fazlarını geçirir. Spermatidlerin spermiyogenezi tamamlaması için Sertoli hücreleri spermatid çiftlerini birbirinden ayırır.

Uzamış spermatidler Sertoli hücrelerindeki derin kriptalar içine yerleşir. Spermiyasyon esnasında Sertoli hücrelerindeki bu kriptalar ortadan kalkar (27). Spermatozoa Sertoli hücreleri tarafından tubulus lümenine/adluminal kompartmana salınır. Bu salınım spermiyasyondur (31). Spermiyasyon ile spermatozoa Sertoli hücrelerinden ayrılır. Ancak bazı spermatozoa Sertoli hücreleri tarafından fagosite edilir (27).



Şekil 2. Spermatogenez aşamaları spermatid çiftleri (31)

ÜREME HÜCRELERİNİN MİKROÇEVRE ÖZELLİKLERİ

Testis tunika albuginea çevrilidir. Kapsülün iç kısmı tunika vaskülosa gevşek bağ dokusundan oluşur. Her testiste yaklaşık 250-1000 adet seminifer tubulus yer alır. Seminifer tubuluslar arasında interstisyel alan bulunur.

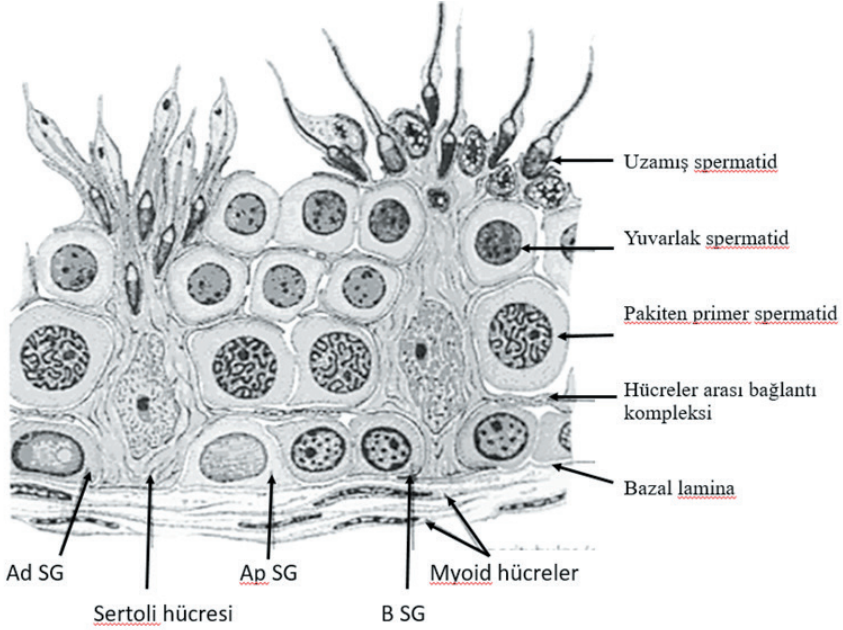
Seminifer tubuluslar içinde Sertoli hücreleri ve germinal hücreleri yer alır. Sertoli hücreleri, bazal membrandan tubulus lümenine uzanan, bazal membrana dik yerleşimli iri hücrelerdir. Nukleusları oval şekilli ve nukleus membranı içe doğru kıvrıntı yapar. Parçalı nukleolus bulunur. Mitokondrileri silindirik şeklinde dikey aksına paralel yerleşimlidir. Düzensiz endoplazmik retikulumu gelişmiş, lipid damlaları ve lipofuksin pigmenti gibi bazale yakın bölgede yoğunlaşmıştır. Hücre iskeleti olan mikrotubuluslar hücrenin üst bölgelerinde dikey aksa paralel olarak yoğunlaşır (27).

Seminifer tübülüsler, bazal membran, myoid hücreler ve lenfatik epitelin oluşturduğu sınırlayıcı doku ile interstisyumdan ve lenfatik alandan ayrılır. İnterstisyel alanda sinirler, kapiller damarlar, Leydig hücreleri in-

terstisyel hüç., myopitel hücreler ve makrofajlar bulunur (25).

İnterstisyel alandaki Leydig hücreleri polihedral hücrelerdir. Genellikle tek, bazen çift nükleusludur (31, 32). Leydig hücreleri 14-20 µm büyüklüğünde, sitoplazma ve nükleus sınırları düzensiz şekilli hücrelerdir. Nükleusları bir veya iki tane olabilir. Nükleus şekli vezikülerdir. Bir iki belirgin nükleoluslu, heterokromatini belirgin hücrelerdir. Golgi kompleksi ve düz endoplazmik retikulumu gelişmiştir. Tubular kristal mitokondriler mevcuttur. Steroid sentezi yapan hücre özelliğinde organel yapısı şekillenmiştir (25). Leydig hücreleri interstisyel alandaki kapillerler ile seminifer tubuluslar/Sertoli hücreleri arasında köprü vazifesi görür. İç yüzeyinde Sertoli hücreleri bulunan seminifer tubuluslar, bazal membran, myoid hücreler ve lenfatik epitelin oluşturduğu sınırlayıcı doku ile interstisyel alandan ayrılır.

Sertoli hücreleri, bazal membrana hemidesmozomlarla bağlanır. Sertoli-Sertoli hücreleri arasında ise desmosomlar, gap junctionlar vardır. Kan-testis bariyeri oluşturan bölgede ise sıkı bağlantı kompleksi bulunur. Sertoli hücrelerinin yan yüzeylerinde germ hücrelerinin yerleşimiyle oluşan girinti şeklinde çukurcuklar bulunur. Sertoli hücreleri, germ hücreleri ile bağlantılar yapar. Bu bağlantılar, desmozom benzeri yapılar, aralık bağlantılar, ektoplazma özelleşmeleri/uzantıları ve tubulobulbar kompleksler şeklindedir. Ektoplazma özelleşmeleri, Sertoli hücrelerinin iskeletinin komponentidir. Sertoli hücreleri ile uzamaya başlayan spermatid (spermiyogenez aşamasındaki hücre) arasındaki bağlantı kompleksidir. Bu bağlantılar hücreden hücreye iletişimi sağlamaktadır. Spermatogenez esnasında senkronizasyonu sağlar. Tubulobulbar kompleksler ise spermatozoa seminifer lümene salınmadan önce bağlantılardan ve sitoplazmik fazlalıklardan kurtulmasını, serbestleşmesini sağlar. Sertoli hücrelerinin bu kompleksi fagosite etmesiyle spermatozoa serbestleşir (27) (**Şekil 3**).



Şekil 3. Erişkin testis seminifer tübülüs yapısı (22)

Sertoli hücreleri aktif olarak hormonal moleküler etkilere bağlı olarak germ hücrelerinin beslenmelerini, korunmalarını ve spermatogenezin yönetimini sağlar. Sertoli hücrelerinin oluşturduğu kan-testis bariyeri, interstisyel sıvı ve seminifer tubul lümen sıvısı arasında seçici bir geçiş sağlar. Böylece germ hücrelerini olumsuz moleküler etkiden koruyan immünolojik olarak ayrıcalıklı bir çevre oluşmasını sağlar (33).

Yassı myoid hücreler bazal membran boyunca kasılarak seminifer tubuluslarda spermatozoa ve sıvının hareket etmesini sağlar (33).

Germinal seri hücreleri, seminifer tubuluslarda özel bir mikroçevre desteğinde niş/yuva içinde gelişim ve farklılaşma sürecini tamamlarlar (34). Doku mimarisini oluşturan niş, germinal hücrelerin köklerini koruyup sabitleyen morfolojik, fonksiyonel, moleküler bir mikro alandır (35).

Sertoli ve Leydig hücreleri ile peritubuler miyoid hücreler, somatik hücreler olup bazal membrana üreme kök hücresi yerleşimi ile birlikte spermatogenezin tüm evrelerinin gerçekleşmesini sağlar (36).

Leydig hücreleri ve peritubuler miyoid hücreler, germ hücreleri ile doğrudan temasta değildir. Ancak etki ve kontrollerini Sertoli hücreleri vasıtasıyla dolaylı olarak yaparlar (37). Somatik hücreler birbirleri ile temas ve moleküler etkileşim halindedir. Germ hücrelerini kucaklayan niş/

mikroçevreyi oluşturur. Üreme kök hücrelerinin farklılaşp haploid olgun hücreye dönüşmesi için gereken ortamı somatik hücrelerin birbiri ile teması ve moleküler etkileşimi sağlar (34). O nedenle somatik hücrelerle germ hücrelerinin mikroçevresi arasındaki iletişimin bozulması spermatogenezi olumsuz yönde etkiler (38).

SONUÇ

Erken embriyonal dönemde primordiyal germ hücreleri, sırasıyla gonositlere, gonositler de seminifer tubulus bazal membranına yerleştikten sonra spermatogonyuma dönüşür. Spermatogonyum, spermatogonyal kök hücrelerin prekürsörü ve spermatogenik serinin ana hücrelidir. Başlangıçta iri yuvarlak olan kök hücreler pubertede spermatogenezin başlamasıyla küçük kuyruklu olgun spermatozoaya dönüşmektedir. Tüm bu aşamalarda, germ hücreleri proliferasyon, relokalizasyon ve diferansiyasyona uğrar. Bu aşamaları testisteki somatik hücrelerin desteği ile oluşan mikroçevre/niş şartlarında gerçekleşir.

Önümüzdeki süreçteki araştırmaların hedefini, prepubertal çocukta ve infertilitesi olan erişkin erkeklerde, her aşamadaki üreme hücrelerin tedavide kullanılabilir olması için, proliferasyon, matürasyon süreçlerindeki ve somatik hücrelerle aralarındaki ilişkilerde karanlıkta kalan noktaların aydınlatılması oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

1. Ginsburg M, Snow MH, McLaren A. Primordial germ cells in the mouse embryo during gastrulation. *Development*. Cambridge, U.K. 1990; 110(2), 521–528.
2. Kubota H, Brinster RL. Spermatogonial stem cells. *Biol Reprod*. 2018; 99(1):52-74
3. Diao L, Turek PJ, John CM, Fang F, Reijo Pera RA. Roles of Spermatogonial Stem Cells in Spermatogenesis and Fertility Restoration. . *Front. Endocrinol*. 2022;13:895528
4. Ibtisham F, Honaramooz A. Spermatogonial Stem Cells for In Vitro Spermatogenesis and In Vivo Restoration of Fertility. *Cells*. 2020; 9(3):745.
5. Moore K L, Persaud TVN. Klinik yönleriyle insan embriyolojisi (Çev: Dalçık H, Yıldırım M). s.244-283, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul,2009.
6. Tam PP, Snow MH. Proliferation and migration of primordial germ cells during compensatory growth in mouse embryos. *J Embryol Exp Morphol* 1981;64:133–47
7. de Rooij DG, Anton G J. Spermatogonial stem cells . *Current Opinion in Cell Biology* 1998; 10 (6):694-701.
8. Baillie AH. The histochemistry and ultrastructure of the gonocyte. *J Anat* 1964; 98:641–645
9. Nagano R, Tabata S, Nakanishi Y, etal. Reproliferation and relocation of mouse male germ cells (gonocytes) during prespermatogenesis. *Anat Rec* 2000; 258:210–220.
10. Clermont Y, Perey B. Quantitative study of the cell population of the seminiferous tubules in immature rats. *Am J Anat* 1957;100:241–267.
11. Resnick JL, Bixler LS, Cheng L, Donovan PJ. Long-term proliferation of mouse primordial germ cells in culture. *Nature*. London 1992; 359, 550–551.
12. Matsui Y, Zsebo K, Hogan B L. Derivation of pluripotential embryonic stem cells from murine primordial germ cells in culture. *Cell* 1992; 4: 70(5), 841–847.
13. Gaskell TL, Esnal A, Robinson LL et al. Immunohistochemical profiling of germ cells within the human fetal testis. *Biol Reprod* 2004; 71(6),2012–2021. .
14. McGuinness MP, Orth JM. Reinitiation of gonocyte mitosis and movement of gonocytes to the basement membrane in testes of newborn rats in vivo and in vitro. *Anat Rec* 1992; 233: 527–537.
15. Orth JM. in *Cell and Molecular Biology of the Testis*, eds. Desjardins, C. & Ewing, L. L. Oxford Univ. Press, New York, pp. 3–42, 1993.

16. Kyle E. Orwig, Buom-Yong Ryu, Mary R. Avarbock, and Ralph L. Brinster. Male germ-line stem cell potential is predicted by morphology of cells in neonatal rat testes. *PNAS* 2002;99(18), 11706-11711.
17. Manku G, Culty M. Dynamic changes in the expression of apoptosis-related genes in differentiating gonocytes and in seminomas. *Asian Journal of Andrology* 2015; 17(3), 403-414.
18. Drumond AL, Meistrich ML, Chiarini-Garcia H. Spermatogonial morphology and kinetics during testis development in mice: a high-resolution light microscopy approach. *Reproduction* 2011; 142: 145–155.
19. Culty M. Gonocytes, The Forgotten Cells of the Germ Cell Lineage. *Birth Defects Research* 2009; 87:1–26.
20. Russell LD, Ettlín RA, Hikim APS, Clegg ED. *Histopathological Evaluation of The testis*. 1st Edition, pp.1-58, Cache River Press 1990.
21. Kervancioglu G. Kanser hastalarında fertilitenin korunmasında kullanılan kriyoprezervasyon yöntemleri. *Tıp Fakültesi Klinikleri*. 2018; 1 (2): 17-26)
22. Ross MH, Pawlina W. *Male reproductive system. Histology: A Text and Atlas*. 6th Edition, pp.784-828, China 2011.
23. van Alphen MMA, van de Kant HJG, de Rooij DG. Depletion of the spermatogonia from the seminiferous epithelium of the rhesus monkey after X irradiation. *Radiat Res* 1988;113(3):473–486.
24. Goossens E, Tournaye H. Adult Stem Cells in the Human Testis. *Semin Reprod Med* 2013;31:39–48.
25. Bloom W, Fawcett DW. *A Textbook of Histology*. 11th Edition, pp.796-848, Saunders Company, Japan 1986.
26. Cheng CY, Mruk DD. Cell junction dynamics in the testis: Sertoli germ cell interactions and male contraceptive development. *Physiol Rev* 2002;82(4):825– 874.
27. Russell LD, Ettlín RA, Hikim APS, Clegg ED. *Histopathological Evaluation of the testis*. 1st Edition, pp.1-58, Cache River Press 1990.
28. Liu C-F, Barsoum I, Gupta R, Hofmann MC, Yao Humphrey H-C. Stem cell potential of the mammalian gonad. *Front Biosci (Elite Ed)* 2010; 1: 510–518.
29. Brinster R L, Avarbock MR. Germline transmission of donor haplotype following spermatogonial transplantation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1994; 22: 91(24), 11303–11307.
30. Brinster R L. Germline stem cell transplantation and transgenesis. *Science* 2002; 21:296(5576) , 2174–2176.
31. Gartner LP, Hiatt JL. *Color Textbook of Histology*. 3th Edition, pp.489-510, Saunders Company, China, 2007.

32. Junqueira LC, Carneiro J. Temel histoloji (Çev: Aytekin Y, Solakoğlu S) s.431-447, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2006.
33. Phillips BT, Gassei K, Orwig KE. Spermatogonial stem cell regulation and spermatogenesis. *Phil Trans R Soc Lond B Biol Sci.*2010; 365(1546):1663-1678
34. Potter SJ, De Falco T. Role of the testis interstitial compartment in spermatogonial stem cell function. *Reproduction.* 2017;153(4):151-162
35. Wang X. Stem cells in tissues, organoids, and cancers. *Cell Mol Life Sci .* 2019; 76 (20):4043–4070.
36. Tung PS, Skinner MK, Fritz IB. Cooperativity between Sertoli cells and peritubular myoid cells in the formation of the basal lamina in the seminiferous tubule. *Ann NY Acad. Sci.* 1984; 438:435-446
37. Oatley JM, Brinster RL. The germline stem cell niche unit in mammalian testes. *Physiol Rev.* 2012; 92(2): 577–595
38. Kervancioglu G, Karadeniz Z, Kervancioglu Demirci E. Current Approach to Spermatogonial Stem Cells in Vitro. *Clin Exp Health Sci* 2022; 12: 268-273

Bölüm 15

ÇENELERDE GÖRÜLEN FİBROOSSEOZ LEZYONLAR

Zeynep Betül ARSLAN¹

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, ORCID ID: 0000 0001 8826 1958

Fibroosseoz lezyonlar, çenedeki sağlıklı kemik dokusunun anormal kemik içeren fibröz doku ile yer değiştirmesi olarak tanımlanır (Pick ve ark.,2022; White ve Pharoah 2018). Bu lezyonlar çeşitli tip ve miktarlarda mineralize ürünler içeren fibröz doku ile karakterizedir (Pick ve ark.,2022; Nelson ve Phillips, 2019). Dünya Sağlık Örgütü 2022 yılında Odontojenik ve Maksillofasiyal Kemik Tümörleri Sınıflandırmasının 5. Baskını yayınlamış ve sınıflandırmayı değiştirmiştir. Odontomaksiller displazi fibroosseoz lezyonlar grubuna dahil edilmiştir. Önceki sınıflandırmada fibroosseoz lezyonlar grubunda olan Semento-ossifiying fibromaya, sadece benign mezenkimal odontojenik tümör grubunda yer verilmiştir. Ayrıca önceki sınıflandırmanın aksine, juvenil trabeküler ossifiye fibroma ve psammomatoid ossifiye fibroma ayrı ayrı benign fibro-osseöz lezyonlar olarak tartışılmıştır. Güncel sınıflandırmaya göre Fibro-osseoz tümör ve displaziler grubu aşağıdaki gibi kategorize edilmiştir (Vered ve Wright, 2022).

- ✓ Fibröz displazi
- ✓ Semento-ossifiying displazi
- ✓ Juvenil trabeküler ossifiye fibroma
- ✓ Psammomatoid ossifiye fibroma
- ✓ Familial gigantiform sementoma
- ✓ Segmental odontomaksiller displazi

FİBRÖZ DİSPLAZİ

Fibröz displazi, yüz ve çene kemiklerinde deformite ve asimetriye neden olabilen maksillofasiyal bölgeyi etkileyen önemli bir fibroosseoz lezyondur (Sontakke ve ark., 2011). Bu lezyon ilk olarak Lichtenstein ve Jaffe tarafından 1938’de tanımlanmıştır (Kaur ve ark., 2021). Fibröz displazinin etiyojisi, GNAS geni tarafından kodlanan uyarıcı G proteininin alfa alt birimindeki somatik aktive edici mutasyonlarla ilişkilendirilmiştir (Sontakke ve ark., 2011; Lee ve ark., 2012; Tafti ve Cecava, 2022).

Fibröz displazi, normal kemiğin kötü organize dokulu kemik içeren fibröz dokuyla yer değiştirmesi ile karakterize iyi huylu, gelişimsel bir lezyon olarak tanımlanır (Lee ve ark., 2012; Pereira ve ark.,2019; Davidova ve ark., 2020). Hastalığın ilk teşhis edildiği zaman genellikle çocukluk veya ergenlik dönemidir. Bu yüzden başlangıcı çoğunlukla iskelet büyümesinin aktif dönemine denk gelmektedir. Kendini sınırlayan bir seyir gösterir ve stabilize olma eğilimindedir (Pereira ve ark.,2019). Fibröz displazili hastaların çoğuna yaşamın ilk otuz yılında teşhis konur ve kadın ile erkekler eşit derecede etkilenir (Bhattacharya ve Mishra, 2015).

Fibröz displazi bir veya birkaç kemiği etkileyebilir. Herhangi bir kemikte ortaya çıkabilir ancak çoğunlukla proksimal kemik, femur, tibia, humerus, kaburgalar ve kraniyofasiyal kemiklerde bulunur (Bhattacharya ve Mishra, 2015). Kroniofasiyal iskeletin en sık tutulan kemikleri frontal, sfenoid, etmoid ve maksiller kemiklerdir (Pacino ve ark., 2021). Fibröz displazinin görülme sıklığı net olarak belirlenememekle birlikte tüm kemik tümörlerinin yaklaşık %2.5'ini ve benign kemik patolojilerinin yaklaşık %7.5'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Pacino ve ark., 2021).

Çenelerde görülen Fibröz displazinin klinik olarak üç formu vardır: (Jankowski, 2009; Bhattacharya ve Mishra, 2015; Davidova ve ark., 2020; Pacino ve ark., 2021)

- Monostotik: Bir kemiği içerir. Vakaların %70-80'inini oluşturur.
- Polioototik: Birden fazla kemiği içerir. Vakaların % 20-30'unu oluşturur. Bitişik kemiklerde veya çoklu ekstremitelerde çoklu lezyonlar şeklinde ortaya çıkabilir.
- Sendromik: McCune-Albright sendromu, Ja e-Lichtenstein sendromu, Mazabraud sendromlarıyla ilişkili fibröz displazi görülür.

Kranio-fasiyal kemik tutulumu monostotik hastaların %27'sinde ve polioototik hastaların %50 kadarında görülür. Yüzü ve kafatasını tutan generalize fibröz displaziye "Leontiasis ossea" denir (Bhattacharya ve Mishra, 2015).

Fibröz displazi, klinik, radyolojik ve histopatolojik özelliklere göre teşhis edilir (Pacino ve ark., 2021).

Klinik özellikleri: Fibröz displazi, izole bir lezyondan neredeyse tüm iskeleti tutan ciddi bir hastalığa kadar uzanan geniş bir klinik spektruma sahiptir. Klinik özellikler büyük ölçüde iskelet lezyonlarının yeri ve dağılımından etkilenir (Burke ve ark., 2017).

Monostotik fibröz displazi, polioototik formundan çok daha yaygındır ve genellikle femur ve kraniyofasiyal iskeletin kemiklerini tutar. Kraniyofasiyal bölgede, maksilla monostotik fibröz displaziden en sık etkilenen bölgedir (Periera, 2019). Maksilla etkilendiğinde, zigomatik, sfenoid, frontal ve nazal kemikler gibi süturlarla ayrılan diğer komşu kemikler de etkilenebilir (Sontakke ve ark.,2011). Monostotik fibröz displazinin en tipik özelliği etkilenen bölgede yavaş büyüyen, ağrısız, tek taraflı şişliktir (Burke ve ark., 2017; Periera, 2019). Ancak nadiren hızlı bir gelişim de gösterebilir. Asimetri, diş veya dişlerin yer değiştirmesi ve maloklüzyon sık görülen diğer klinik özelliklerdir (Periera, 2019). Frontal, sfenoid, nazoetmoid ve maksiller kemiklerin tutulumu nazal obstrüksiyona ve sinüzite neden olabilir. Kranial taban ve orbita tutulumu ile ilişkili distopi, trigeminal

sinir dağılımında dizesteziler, epifora ve baş ağrıları da görülebilir (Gupta ve ark.,2017). Birçok monostotik hastalık vakası, yaşamın ikinci on yılında dental radyografik muayenede tesadüfen keşfedilir (Burke ve ark.,2017).

Poliostotik fibröz displazi, bitişik kemiği tutan çoklu lezyonlar olarak ortaya çıkar. Etkilenen kemikte tekrarlayan kırıklar nedeniyle ekstremite-lerde iskelet deformiteleri görülebilir. Fibröz displazi ile ilişkili en yaygın diş anomalileri arasında diş rotasyonu, oligodonti, yer değiştirme, mine hipoplazisi, mine hipomineralizasyonu, taurodontizm ve atrizyon yer alır (Kaur ve ark.,2021).

Radyografik özellikleri: Görüntüleme hastalığın teşhis ve tedavisinde en önemli faktördür (Tafti ve Cecova, 2022). Kraniofasial bölgede görülen fibröz displaziyi değerlendirmek için konvansiyonel radyografi, bilgisayarlı tomografi ve sintigrafi kullanılır (Sontakke ve ark.,2011; Lee ve ark., 2012). Dental radyografiler veya Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) özellikle dişler etrafındaki lezyonları incelemek için uygundur (Lee ve ark., 2012).

Baş ve boyun bölgesinde görülen fibröz displazinin radyografik özellikleri hastalık evresine, lezyonun iç morfolojisine ve ilgili anatomik bölgeye göre değişiklik gösterir (Davidova ve ark., 2020; Gupta ve ark., 2017). Kemik ve fibröz elementlerin kombinasyonu lezyonun kemik yoğunluğu ve trabeküler paternini belirler (Gupta ve ark., 2017). Erken dönem lezyonları radyolüsent olarak görüntü verirken geç dönem lezyonları sklerotik olma eğilimindedir. Fibröz displazinin karakteristik radyografik özelliği genellikle ‘buzlu cam’ görüntüsüdür (Davidova ve ark., 2020). Buzlu cam görüntüsü, homojen, diffüz radyoopasite şeklindedir ve çevre kemikten ayırt edilemeyecek kadar belirgin olmayan sınırlara sahiptir (Davidova ve ark., 2020; Perieria, 2019). Lezyonun değişken iç yapısını karakterize etmek için yaygın olarak kullanılan tanımlayıcı terimler buzlu cam, portakal kabuğu ve atılmış pamuk görüntüsüdür (Nelson ve Phillips, 2019). Fibröz displazinin diğer bir radyografik özelliği kortikal tabakanın incilmesi ile bukko-lingual genişlemedir (Davidova ve ark., 2020). Lezyon, mandibular kanal ve maksiller sinüste yer değişikliğine, ilişkili olduğu dişlerde lamina dura kaybına sebep olabilir (Pacino ve ark.,2021; Nelson ve Phillips, 2019).

Literatürde, %40'lık bir insidansla en yaygın görülen radyografik görüntünün miks tip olduğu ve vakaların %35'ini ise sklerotik tipin oluşturduğu rapor edilmiştir. En az belirlenen görüntü ise litik paterndir (Gupta ve ark.,2017).

Ayırıcı tanı: Monostotik radyolojik görünüm basit kemik kisti, dev hücreli tümör, fibroksantom, osteoblastom, hemanjiyom, osteofibröz displazi ve Paget hastalığını taklit edebilir. Poliostotik görünüm nörofibromatoz, hiperparatiroidizm (Brown tümörler), encondromatoz ve eozino-

filik granülomu taklit edebilir. Hasta yaşı, kemik yerleşimi, buzlu cam matrisin varlığı ve agresif olmayan görünüm, lezyonun fibröz displaziye destekleyen özellikleri olabilir (Tafti ve Cecova, 2022).

Tedavi: Monostotik fibröz displazi vakaları genellikle asemptomatiktir. Bu hastalarda, yeni semptomların değerlendirilmesi ve radyografik muayene ile periyodik olarak takip edilebilir. Yetişkin hastalarda, kemik ağrısını ve hastalıkla ilişkili osteoporozu hafifletmek için bifosfonat tedavisi yararlı olabilir. Bifosfonatlar osteoklastik kemik rezorpsiyonunu inhibe ederek kortikal kemik kütlelerini korur ve böylece kırık riskini azaltır (Tafti ve Cecova, 2022).

Vakaların büyük çoğunluğunda lezyonlar yavaş büyüme eğilimi gösterir ve sonunda büyüme fazının kesilmesiyle stabilize olur (Kaur, 2021). Deforme olmuş progresif vakalarda veya fonksiyonel bozuklukları olan hastalarda cerrahi tedavi endike olabilir. Ayrıca, polioyotik ve McCune-Albright sendromu ile görülen fibröz displazilerde sürekli büyüme ve potansiyel rekürrens riski olduğu için tam rezeksiyon önerilebilir (Periera, 2019).

SEMENTO-OSSEOZ DİSPLAZİ (SEMENTO-OSSİFİYİNG DİSPLAZİ)

Displazi, maligniteye dönüşme riski göstermeyen, organize olmayan ve anormal kemik üretimini tanımlar (Mainville ve ark., 2017). Semento-osseoz displaziler, çene kemiklerinin genellikle dişli bölgeleri ile ilişkili, daha çok mandibulada görülen kemiğin neoplastik olmayan değişikliğidir (Nelson ve Phillips, 2019). Semento-osseoz displaziler, klinikte en sık karşılaşılan benign fibroosseoz lezyonlardır (Mainville ve ark., 2017). Birçok lezyona klinik ve radyolojik olarak teşhis konulduğundan patoloji bölümünde semento-osseoz lezyonlara ait veriler sınırlıdır (Nelson ve Phillips, 2019).

Osseoz displazi, klinik-radyolojik görünümüne göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- ✓ Periapikal semento-osseoz displazi: Mandibular kesici dişlerin apikalinde lokalizedir.
- ✓ Fokal semento-osseoz displazi: Tek bir diş etkilenir.
- ✓ Florid semento-osseoz displazi: Çok kadranlı lezyonlar görülür (Mainville ve ark., 2017; Nelson ve Phillips, 2019).
- ✓ Familial florid semento osseoz displazi: Güncel sınıflandırmada tanımlan 4. alt tiptir. Bu lezyonun başlangıcı florid formdan daha erkendir, sıklıkla diş sürmesini etkiler ve önemli ölçüde çene kemiğinde genişleme yapma eğilimindedir (Vered ve Wright, 2022).

Periapikal semento-osseoz displazi

Periapikal semento-osseoz displazi, fibröz dokuların ve sement benzeri sert dokuların neoplastik olmayan bir proliferasyonu olarak kabul edilir (Nilius ve ark., 2022). Lezyon 40 yaşından büyük kadınlarda, mandibula anterior bölgede daha sık görülmektedir (Roghi ve ark., 2014; Eskandarloo ve Yousefi, 2013; Kaur, 2021). Vakaların % 70'i siyah ırkta gözlenmiştir (Eskandarloo ve Yousefi, 2013). Bu lezyonlar asemptomatiktir ve ilgili dişler vitaldir (Eskandarloo ve Yousefi, 2013; Kaur, 2021). Lezyonlar nadiren 1–1.5 cm çapın ötesine ulaşır ve büyüme kendi kendini sınırlar (Kaur, 2021). Genellikle rutin alınan radyografilerde tespit edilir. Radyografik görüntüsü üç farklı evrede tanımlanır: (Senia ve Sarao, 2015; Eskandarloo ve Yousefi, 2013; White ve Pharoah 2018)

- Birinci evrede (osteolitik evre), sağlıklı kemikte rezorpsiyon olur ve yerini fibröz doku alır. Bunun sonucunda etkilenen diş veya dişlerin apeksinde iyi sınırlı, dairesel veya eliptik radyolüsent lezyon izlenir.
- İkinci evrede (sementoblastik evre), sementoblastik aktivite artar. Radyolüsent lezyon içinde küçük kalsifikasyonlar (radyopak alanlar) görülür. Lezyon miks (radyolüsent-radyopak) görüntü verir.
- Son veya olgun evrede, genellikle radyolüsent sınırlı, iyi tanımlanmış, tamamen radyopak bir lezyon izlenir.

Erken evrede periapikal apse, granülom veya kist gibi periapikal lezyonlarla karışabilir. Bu nedenle vitalite testleri ayırıcı tanıda özellikle önemlidir. Miks evre ve radyopak evrede ayırıcı tanı, kronik sklerozan osteomyelit, sementoossifiye fibroma, odontoma, sementoblastom ve osteoblastomayı içerir (Eskandarloo ve Yousefi, 2013).

Periapikal semento-osseoz displazide, genellikle kortikal kemikte ekspansiyon ve perforasyon görülmez. Bu lezyonların tanısı, radyolojik ve klinik özellikler temelinde konulabilir. Genellikle herhangi bir tedavi gerekmez ve yalnızca düzenli takip muayeneleri önerilir (Eskandarloo ve Yousefi, 2013). Osseoz displazi olan dişsiz bir bölgede implant planlaması yapıldığında, anormal fibro-osseöz doku ile mineralize matrisin zayıf vaskülaritesi dental implantların osteointegrasyonunu etkileyebilir (Mainville ve ark., 2017).

Fokal semento-osseoz displazi

Afrika kökenli kadınlar bu formdan daha sık etkilenir (Mainville ve ark., 2017; Kaur, 2021). Esas olarak yaşamın 3. ila 5. dekatlarında görülür ve ortalama görülme yaşı 38'dir (Ravikumar ve ark., 2022; Kaur, 2021). Lezyon ağrısız, lokalize olarak özellikle posterior mandibulada görülmektedir (Kaur, 2021). Genellikle bir dişin apikal bölgesi ile ilişkilidir ancak

bazen dişsiz bir bölgede de izlenebilir. Fokal semento-osseoz displazi asemptomatiktir ve genellikle rutin dental radyografilerde tesadüfen tespit edilir. Sekonder olarak enfekte olmadığı sürece, nadiren kemikte ekspansiyon yapar ve semptom gösterir (Mainville ve ark., 2017). Semento osseoz displaziler, ortalama 1,5 cm boyutunda kendi kendini sınırlayan bir lezyondur (Nam ve ark., 2022).

Periapikal semento-osseoz displazi gibi radyolojik görünümü lezyonun olgunlaşma aşamasına göre değişir (Mainville ve ark., 2017). Başlangıçta osteolitik aşamada, radyolüsent bir alan olarak görünür. Durum ilerledikçe, radyografik patern mik (radyopak radyolüsent) hale gelir. Olgun aşamada ise lezyon bir radyolüsen kenar ile radyopak bir görüntüye dönüşür (Mainville ve ark., 2017; Seifi ve ark., 2022).

Fokal osseoz displazinin ayırıcı tanısı ossifiye fibrom ile yapılır. Ossifiye fibrom gibi diğer lezyonların ekarte edilmesi gereken durumlar için biyopsi yapılmalıdır (Seifi ve ark., 2022). Teşhis konulduktan sonra fokal osseoz-displazi için herhangi bir tedavi gerekmez, periyodik takip önerilir (Mainville ve ark., 2017; Ravikumar ve ark., 2022).

Florid osseoz displazi

Osseoz displazi çenenin iki veya daha fazla kadranında görüldüğünde florid osseoz displazi olarak isimlendirilir. Vakaların çoğunluğu Afrika ve Asya kökenli kadınlarda genellikle yaşamın dördüncü ile beşinci dekatları arasında görülür (Fenerty ve ark., 2017; Mainville ve ark., 2017). Lezyonlar genellikle bilateral, simetrik olarak dağılır ve alveol kemik ile sınırlıdır. Mandibula her zaman etkilenirken vakaların üçte ikisinde maksilla etkilenir (Mainville ve ark., 2017). Genellikle kaninin posteriorunda görülür. Mandibulada lezyonlar inferior alveoler kanalın yukarısında oluşur (White ve Pharoah 2018).

Panoramik radyografi gibi konvansiyonel görüntüleme yöntemleri, klinik ve demografik bilgilerle birlikte teşhisin konulmasında ve tedaviye rehberlik edilmesinde temel bir rol oynar. Üç boyutlu görüntüleme, lezyonu daha ayrıntılı tanımlayabilir ve osteomiyelit gibi ilişkili komplikasyonların değerlendirilmesini sağlar (Fenerty ve ark., 2017).

Florid semento-osseoz displazi, vital dişlerin kök apekslerinde veya daha önce çekim yapılmış dişsiz alanlarda ortaya çıkar (Fenerty ve ark., 2017). Florid sementoosseoz displazinin radyografik görünümü lezyonun olgunlaşmasına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Proliferatif, olgunlaşmamış lezyonlar, radyolüsent görünür; olgunlaşmanın sonraki aşamaları yoğun radyopak kitlelerle karakterize edilir (Thakur ve ark., 2021). En yaygın olarak mandibular premolar ve molar bölgelerde görülür (Oh ve ark., 2019). Genelde radyografik olarak, klasik çok sayıda, iyi tanımlan-

mış, sklerotik radyopak kitleler ve sınırları belirsiz karışık lezyonlar olarak kendini gösterir. Bir sklerotik sınır tarafından takip edilen periferik bir radyolüsent çerçeve sıklıkla radyopak kitleleri çevreler. Lokalize lezyonlar büyük, düzensiz şekilli sklerotik kitleler oluşturmak üzere birleşebilir. Kapsamlı lezyonlar kortikal genişlemeye ve inferior alveolar sinirin aşağıya doğru yer değiştirmesine neden olabilir (Mainville ve ark., 2017).

Komplike olmayan florid semento-osseoz displazi, belirsiz bir süre asemptomatik kalabilir ve rutin bir radyografik incelemede tespit edilir (Fenerty ve ark., 2017; Mainville ve ark., 2017). Bu olgularda kesin tanı klinik-radyolojik korelasyona dayanır ve herhangi bir tedavi gerekmez. Bununla birlikte, hipovasküler, yoğun sklerotik lezyonlar, oral patojenlere maruz kaldıklarında ikincil enfeksiyona yatkın hale gelir (Fenerty ve ark., 2017). Zayıf vaskülarize sklerotik kitleleri, oral floraya maruz bırakarak osteomyelite, ağrıya, fistül oluşumuna ve sekestrasyona yol açabileceğinden biyopsi endike değildir (Mainville ve ark., 2017). Periodontal problemi olan ve hareketli protez kullanan hastalarda özellikle periyodik kontrol önerilir. Bunun sebebinin her iki hasta grubunda da enfeksiyöz komplikasyonlara yakalanma olasılığının yüksek olmasıdır (Toledano-Serrabona ve ark., 2018).

Florid semento-osseoz displazinin ayırıcı tanısında periapikal enfeksiyon, paget hastalığı, kronik diffüz sklerozan osteomyelit, fibröz displazi, gardner sendromu ve kemik metastazları yer almaktadır. Sistemik belirtilerinin olmaması, malignite göstermemesi ayırıcı tanıda kullanılabilir önemli olan özelliklerdir (Fenerty ve ark., 2017).

OSSİFİYİNG FİBROMA(OSSİFİYE FİBROMA)

Ossifiye fibrom, çeneleri ve kraniyofasiyal bölgenin kemiklerini tutan iyi huylu bir kemik neoplazmidir. Ossifiye fibroma üç varyanta ayrılır:(-Nelson ve Phillips, 2019)

- ✓ Semento-ossifying fibroma
- ✓ Jüvenil trabeküler ossifiye fibroma
- ✓ (Jüvenil)Psammomatoid ossifiye fibroma

Semento ossifiye fibroma için yıllardır farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2017 yılında yayınladığı baş ve boyun tümörlerinin sınıflandırmasında, semento ossifiye fibrom, odontojenik kökenli lezyon olarak tanımlanmıştır. Güncel sınıflandırmada ise benign mezenkimal odontojenik tümör olarak kabul edilmiştir. Böylece odontojenik olmayan jüvenil formlardan ayırım yapılmıştır. Ancak Baumhoer ve

ark. yaptıkları çalışmada, bu lezyonların odontojenik olmayan formlarının da olduğunu rapor etmişlerdir (Akkitap ve ark., 2020; Nagar ve ark., 2022; Baumhoer ve ark., 2022). Ayrıca güncel sınıflandırmada, psammomatoid ossifiye fibromdan juvenil terimi çıkarılmıştır (Vered ve Wright, 2022).

Semento-ossifiye fibroma, normal kemiğin fibröz doku ile yer değiştirmesi ile karakterize, çenelerin nadir görülen, iyi huylu bir tümürüdür (Kaur ,Dhawan ve ark., 2021; Akkitap ve ark., 2020). Semento-ossifiye fibromun orijini, sement, kemik ve fibröz dokunun oluşturduğu multiple hücrelere sahip periodontal membran ile ilişkilendirilmiştir (Kaur ,Dhawan ve ark., 2021). Semento-ossifiye fibromlar, kök apeksine bitişik periodontal ligamentten kaynaklanan santral tip ve sadece diş taşıyan bölgelerin yumuşak dokularında ortaya çıkan periferik tip olarak sınıflandırılabilir (Akkitap ve ark., 2020). Periferik ossifiye fibroma, maksilla anterior bölgede daha sık görülen reaktif lokalize dişeti büyümesidir. Küçük, iyi sınırlı, mukozadan kabarık ve yavaş büyüyen lezyonlardır (Harorlı, 2014).

Klinik özellikleri: Semento-ossifiye fibroma, esasen yaşamın üçüncü ile dördüncü dekadındaki hastaları ve kadınları daha çok etkileyen nadir bir tümürdür. Lezyon iki çenede de görülmekle birlikte mandibular molar ve premolar bölgeleri daha çok tercih eder (Nelson ve Phillips, 2019; Kaur ,Dhawan ve ark., 2021). Maksillada ise en sık fossa kanina ve zigomatik ark bölgesinde görülür (White ve Pharoah 2018). Küçük tümörler genellikle asemptomatiktir ve rutin dental radyografilerde tesadüfen tespit edilir. Lezyonlar büyüdükçe fasiyal şişlik klinik olarak belirgin hale gelebilir (Nelson ve Phillips, 2019). Lezyona yakın dişler genellikle vitaldir. Bununla birlikte komşu sinire bası yapıldığında ağrı veya parestezi gelişebilir (Akkitap ve ark., 2020).

Radyolojik özellikleri: Semento-ossifiye fibroma içerdiği mineralize doku tipine bağlı olarak farklı oranlarda internal radyoopasite alanları içeren, iyi sınırlı, çoğunlukla uniloküler ve nadiren multiloküler radyolüsent bir lezyon olarak kendini gösterir (Kaur ,Dhawan ve ark., 2021; Akkitap ve ark., 2020). Önemli bir radyolojik özelliği, tüm yönlerde uniform olarak büyümesi ve yuvarlak bir tümör kitlesi olarak ortaya çıkmasıdır. Komşu dişte kök rezorpsiyonu veya mobiliteye neden olabilir. Ayrıca kortikal perforasyonun eşlik etmediği bukkal ve lingual kemik ekspansiyonu saptanabilir (Akkitap ve ark., 2020).

Jüvenil formları daha az yaygın olup, genellikle yaşamın ilk 20 yılında görülmektedir (White ve Pharoah 2018; Nelson ve Phillips, 2019). Trabeküler ossifiye fibroma özellikle çocukluk döneminde (ortalama yaş 11.3) başlamaktadır (Vered ve Wright, 2022). Çocuk varyantları cinsiyet tercihi göstermez. Psammomatoid ossifiye fibroma çoğunlukla sinüsleri ve orbitayı etkiler, çene kemiklerinde nadir görülür (Nelson ve Phillips;

2019, Chandini ve ark., 2022). En yaygın görülen ise etmoid sinüsü etkilemesidir. Jüvenil trabeküler ossifiye fibroma ise çene kemiklerini etkiler ve maksillada mandibuladan daha yaygındır (Nelson ve Phillips, 2019). Bu form sıklıkla asemptomatiktir ve erken lezyonlar genellikle rastlantısal radyografik bulgular olarak keşfedilir (Sultan ve ark., 2018). Dişlerde ve inferior alveoler kanalda yer değişikliğine sebep olabilir (Sultan ve ark., 2018; Sadeghi ve ark., 2021). Daha küçük tümörler genellikle ağrısızdır ancak jüvenil varyantlar hızlı büyüme ve genişleme eğilimindedir. Bu durumda fasiyal asimetriye ve şekil bozukluğuna neden olur. Ayrıca juvenil varyantlar maksilla ile birlikte sinüsleri ve diğer kraniyofasiyal kemikleri tutma eğiliminde olduklarından komşu hayati yapıların tutulumu ile ilişkili belirti ve semptomlara neden olabilirler (Nelson ve Phillips, 2019).

Kesin tanı genellikle klinik, radyolojik ve histolojik bulgular arasındaki korelasyona dayalı olarak konur (Kaur, Dhawan ve ark., 2021). Ayırıcı tanıda fibröz displazi, semento-osseöz displazi, dev hücreli granülom, kalsifiye odontojenik kist (Gorlin kisti), kalsifiye epitelyal odontojenik tümör (Pindborg tümörü), adenomatoid odontojenik tümör ve osteojenik sarkom düşünülmelidir (Akkitap ve ark., 2020). Tedavisinde nüksü önlemek için lezyonun eksizyonu önerilmektedir (White ve Pharoah 2018).

SEGMENTAL ODONTOMAKSİLLER DİSPLAZİ

Odontomaksiller displazi, segmental maksiller ve yumuşak doku genişlemesi ile karakterize, kalıtsal olmayan, tek taraflı bir gelişimsel bozukluk olarak tanımlanır (Vered ve Wright, 2022). Lezyon maksillanın tek bir segmenti ile sınırlıdır, genellikle premolar ve molar dişler ve ilişkili alveolar kemiği içerir (Eversole ve ark., 2008). Bu lezyon nadir görülür, kesin bir etiyolojik faktörü yoktur ve erkeklerde daha sık görüldüğü rapor edilmiştir. Segmental odontomaksiller displazi, 1.-2. dekatlarda başlar ve genellikle puberte civarında durur. Çoğunlukla asemptomatiktir (Vered ve Wright, 2022). Klinik olarak, dişlerin sürmemesi ve etkilenen bölgede diğer dental anomalilerle karşılaşılabilir. Etkilenen segmentteki alveoler kemik hafif bir genişleme gösterebilir (Eversole ve ark., 2008). Radyografik görüntülerde, kalın kemik trabekülasyonu izlenir. Cerrahi tedavi, estetik ya da fonksiyonel amaçlar için düşünülebilir (Vered ve Wright, 2022).

FAMİLİAL GİGANTİFORM SEMENTOMA

Familial gigantiform sementoma, nadir görülen otozomal dominant bir durumdur. Her iki cinsi de eşit sıklıkta etkiler. İlk olarak çocukluk çağında maksilla ve mandibulayı tutan, florid osseöz displaziye benzeyen iki taraflı lezyonlarla ortaya çıkar. Hızlı ilerler, kemikte ekspansiyon ve yüz asimetrisine neden olur. Hastalığın geç evreleri, osteomyelite yol açabilen sekonder enfeksiyon riski taşır. Bu lezyonun kemik tutulumu her zaman maksillofasiyal iskelet ile sınırlıdır (Mainville ve ark., 2017). Radyografik

olarak, gigantiform sementoma genellikle orta hattı geçen çok sayıda sınırlı, ekspansif, miks (radyoopak radyolüsent) lezyon olarak kendini gösterir (Prasad ve ark., 2022). Pozitif bir aile öyküsü, lezyonların çocukluk döneminde ortaya çıkması, hızlı büyüme, kemikte ekspansiyon ve yüz deformitesi familial gigantiform sementoma tanısını destekleyen özelliklerdir (Mainville ve ark., 2017).

KAYNAKÇA

- Akkitap MP, Gumru B, Idman E, Erdem NF, Gumuser Z, Aksakalli FN. (2020) Cemento-Ossifying Fibroma: Clinical, Radiological, and Histopathological Findings. *Clin Exp Health Sci*, 10, 468-472.
- Baumhoer, D., Haefliger, S., Ameline, B., Hartmann, W., Amary, F., Cleven, A., Klein, MJ., Thompson, LDR., Harder, D. & O'Donnell, P. (2022). Ossifying Fibroma of Non-odontogenic Origin: A Fibro-osseous Lesion in the Craniofacial Skeleton to be (Re-) considered. *Head and neck pathology*, 16(1), 257-267.
- Bhattacharya, S., & Mishra, RK. (2015). Fibrous dysplasia and cherubism. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 48(03), 236-248.
- Burke, AB., Collins, MT., & Boyce, AM. (2017). Fibrous dysplasia of bone: craniofacial and dental implications. *Oral diseases*, 23(6), 697-708.
- Chandini, R., Saranya, R., Mohideen, K., Balasubramaniam, M., Ghosh, S., & Dhungel, S. (2023). Juvenile psammomatoid ossifying fibroma of the maxilla and mandible: A systematic review of published case reports. *Clinical and Experimental Dental Research*, 9(1), 186-197.
- Davidova, LA., Bhattacharyya, I., Islam, MN., Cohen, DM., & Fitzpatrick, SG. (2020). An analysis of clinical and histopathologic features of fibrous dysplasia of the jaws: a series of 40 cases and review of literature. *Head and Neck Pathology*, 14(2), 353-361.
- Eskandarloo, A., & Yousefi, F. (2013). CBCT findings of periapical cemento-osseous dysplasia: a case report. *Imaging science in dentistry*, 43(3), 215-218.
- Eversole, R., Su, L., & ElMofty, S. (2008). Benign fibro-osseous lesions of the craniofacial complex a review. *Head and neck pathology*, 2(3), 177-202.
- Fenerty, S., Shaw, W., Verma, R., Syed, A. B., Kuklani, R., Yang, J., & Ali, S. (2017). Florid cemento-osseous dysplasia: review of an uncommon fibro-osseous lesion of the jaw with important clinical implications. *Skeletal radiology*, 46(5), 581-590.
- Gupta, D., Garg, P., & Mittal, A. (2017). Suppl-1, M7: Computed Tomography in Craniofacial Fibrous Dysplasia: A Case Series with Review of Literature and Classification Update. *The open dentistry journal*, 11, 384-403.
- Harorlı, A. (2014). Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri
- Kaur, H., Mohanty, S., Kochhar, GK., Iqbal, S., Verma, A., Bhasin, R., & Kochhar, AS. (2021). Comprehensive management of malocclusion in maxillary fibrous dysplasia: A case report. *World Journal of Clinical Cases*, 9(34), 10671.
- Kaur, T. (2021). Fibro-osseous lesions in the maxillofacial region. In *Oral and Maxillofacial Surgery for the Clinician* (pp. 615-628). Springer, Singapore.
- Kaur, T., Dhawan, A., Bhullar, RS., & Gupta, S. (2021). Cemento-ossifying fibro-

- ma in maxillofacial region: a series of 16 cases. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 20(2), 240-245.
- Kwon, Y., Shin, D., Kim, J., Lee, M., & Choi, H. (2020). Juvenile psammomatoid ossifying fibroma of the maxilla. *Archives of Craniofacial Surgery*, 21(3), 193.
- Lee, JS., FitzGibbon, EJ., Chen, YR., Kim, HJ., Lustig, LR., Akintoye, SO., Collins MT & Kaban, LB. (2012, June). Clinical guidelines for the management of craniofacial fibrous dysplasia. In *Orphanet journal of rare diseases* (Vol. 7, No. 1, pp. 1-19). BioMed Central.
- MacDonald-Jankowski, D. (2009). Fibrous dysplasia: a systematic review. *Dento-maxillofacial Radiology*, 38(4), 196-215.
- Mainville, GN., Turgeon, DP., & Kauzman, A. (2017). Diagnosis and management of benign fibro-osseous lesions of the jaws: a current review for the dental clinician. *Oral diseases*, 23(4), 440-450.
- Nagar, SR., Mittal, N., Rane, SU., Bal, M., Patil, A., Ankathi, SK., & Thiagarajan, S. (2022). Ossifying Fibromas of the Head and Neck Region: A Clinicopathological Study of 45 Cases. *Head and Neck Pathology*, 16(1), 248-256.
- Nam, I., Ryu, J., Shin, S. H., Kim, YD., & Lee, JY. (2022). Cemento-osseous dysplasia: clinical presentation and symptoms. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 48(2), 79.
- Nelson, BL., & Phillips, BJ. (2019). Benign fibro-osseous lesions of the head and neck. *Head and Neck Pathology*, 13(3), 466-475.
- Nilius, M., Nilius, MH., Müller, C., Lauer, G., Berit, K., & Marcus, K. (2022). Multifocal periapical cemental dysplasia in periodontal Ehlers–Danlos syndrome combined with leukoencephalopathy in the mutation of c. 890G>a, G297D [pEDS]. *Clinical Case Reports*, 10(11), e6490.
- Oh, D., Samuels, J., Chaw, S., Zhang, A., Selim, D., Lalla, Y., & Monsour, P. (2019). Cemento-osseous dysplasia: Re-visited. *J Dent Oral Health*, 1, 1-11.
- Pacino, GA., Cocuzza, S., Tonoli, G., Rizzo, P. B., Tirelli, G., Tofanelli, M., Ciprandi, G., Mantia, IL., Maniaci, A., Mosto, MCD., & Spinato, G. (2021). Jawbone fibrous dysplasia: retrospective evaluation in a cases series surgically treated and short review of the literature. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 92(1).
- Patait, M., Chaudhari, V., Mathew, A., Mangrolia, R., & Ahire, M. (2020). Cemento-ossifying fibroma: Case report. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 6(4), 215-218.
- Pereira, TDSF., Gomes, CC., Brennan, PA., Fonseca, FP., & Gomez, RS. (2019). Fibrous dysplasia of the jaws: Integrating molecular pathogenesis with clinical, radiological, and histopathological features. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 48(1), 3-9.
- Pick, E., Schäfer, T., Al-Haj Husain, A., Rupp, N. J., Hingsammer, L., & Valdec, S. (2022). Clinical, Radiological, and Pathological Diagnosis of Fibro-Os-

- seous Lesions of the Oral and Maxillofacial Region: A Retrospective Study. *Diagnosics*, 12(2), 238.
- Prasad, C., Balaji, J., Arulmozhi, M., Jayanandhini, S., & Priyadharshini, R. (2022). A family of familial gigantiform cementoma: clinical study. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 21(1), 44-50.
- Rageh, OA. (2018). Fibrous Dysplasia-A review Article. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 16(12), 54-60.
- Ravikumar, SS., Vasupradha, G., Menaka, TR., & Sankar, SP. (2020). Focal cemento-osseous dysplasia. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology: JOMFP*, 24(Suppl 1), S19.
- Roghi, M., Scapparone, C., Crippa, R., Silvestrini-Biavati, A., & Angiero, F. (2014). Periapical cemento-osseous dysplasia: clinicopathological features. *Anticancer Research*, 34(5), 2533-2536.
- Sadeghi HM, Torabi ZS, Moslemi H, Sha ei S, Toghchi SG, Mashhadiabbas F. Juvenile trabecular ossifying broma of the maxilla: Case report of a diagnostic dilemma. *Dent Res J* 2021;18:102.
- Seifi, S., Ghorbani, H., Khakbaz, O., & Bijani, F. (2022). Focal Cemento Osseous Dysplasia: A Case Report. *Journal of Dentistry*. 23(2), 151
- Senia, ES., & Sarao, MS. (2015). Periapical cemento-osseous dysplasia: a case report with twelve-year follow-up and review of literature. *International endodontic journal*, 48(11), 1086-1099.
- Sultan, AS., Schwartz, MK., Caccamese, JF., Papadimitriou, JC., Basile, J., Foss, RD., & Younis, RH. (2018). Juvenile trabecular ossifying fibroma. *Head and Neck Pathology*, 12(4), 567-571.
- Sontakke, SA., Karjodkar, FR., & Umarji, HR. (2011). Computed tomographic features of fibrous dysplasia of maxillofacial region. *Imaging science in dentistry*, 41(1), 23-28.
- Tafti D, Cecava ND. Fibrous Dysplasia. [Updated 2022 Oct 3]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532947/>
- Thakur, A., Gaikwad, S., Tupkari, JV., & Ramaswami, E. (2021). Florid cemento-osseous dysplasia: A case report. *Indian Journal of Dental Research*, 32(1), 134.
- Toledano-Serrabona, J., Núñez-Urrutia, S., Vegas-Bustamante, E., Sánchez-Torres, A., & Gay-Escoda, C. (2018). Florid cemento-osseous dysplasia: Report of 2 cases. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(11), e1145.
- Vered, M., & Wright, JM. (2022). Update from the 5th Edition of the World Health Organization classification of head and neck tumors: odontogenic and maxillofacial bone tumours. *Head and Neck Pathology*, 16(1), 63-75.
- White, S. ve Pharoah, M., 2018, Oral Radyoloji, İlkeler ve Yorumlama, 7. Baskıdan çeviri, Ankara, Palme Yayınevi.