

SAĞLIK BİLİMLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - IV

ARALIK 2021

EDİTÖR

PROF. DR. CEM EVEREKLIOĞLU

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Editör / Editor • Prof. Dr. Cem Evereklioglu

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2021

ISBN • 978-625-8075-02-1

© 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 Araştırma ve Değerlendirmeler - IV

Aralık 2021

Editör

Prof. Dr. Cem Evereklioglu¹

¹ Erciyes Üniversitesi Tıp Fakóltesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye,
evereklioglu@erciyes.edu.tr

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

GLUTENSİZ ÜRÜNLERİN SUNUMUNDAKİ DÜZENLEMELER VE ALTERNATİF ÜRÜNLER

Melike TAŞDELEN BAŞ 1

Bölüm 2

HEMŞİRELİK ALANINDA ETKİN BİR LİDERLİK DAVRANIŞI OLARAK KAPSAYICI LİDERLİK DAVRANIŞI ÖNERİSİ

Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN & Hüseyin ASLAN 17

Bölüm 3

FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI ÜRÜNLERİ: ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sema AĞAOĞLU & Seyda ŞAHİN & Tuğba DEMİR 27

Bölüm 4

ÇOCUKLARDA ÖLÜM KAVRAMININ GELİŞMESİ VE ÖLÜMCÜL HASTALIĞA İLİŞKİN TEPKİLER

Ramazan İNCİ & Osman Tayyar ÇELİK & Mehmet Akif KAY 43

Bölüm 5

TEK SEANS CAD/CAM BLOKLARININ TRANSLUSENSİ ÖZELLİKLERİ

Dilara KÜÇÜK & Şevki ÇINAR & Bike ALTAN 59

Bölüm 6

TİROİD KANSERİ VE GENETİK YAKLAŞIMI

Şeref Buğra TUNCER & Betül ÇELİK 71

Bölüm 7

2020/2021 YILLARINDA TÜRKİYE’DE COVID-19 PANDEMİSİNDE KULLANILAN ÜRÜNLERİN VE AŞILARIN TOKSİKOLOJİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Onur Kenan ULUTAŞ 89

Bölüm 8

MULTİPLE PRİMER AKCİĞER KANSERİ VE GENETİK PROFİLİ

Şeref Buğra TUNCER & Betül ÇELİK 107

Bölüm 9

TEK SAĞLIK

Ülken Tunga BABAOĞLU..... 119

Bölüm 10

KOMPOZİT REZİNLERİN POLİMERİZASYONUNDA KULLANILAN IŞIK KAYNAKLARI

Sevde Gül BATMAZ 131

Bölüm 11

TÜKÜRÜĞÜN KOMPOZİSYONU, SALGILANMASI VE GÖREVLERİ

Ahmet Ercan HATAYSA 147

Bölüm 12

ÇOCUKLARDA BRUKSİZM VE MULTİDİSİPLİNER TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Hayriye Özge DURGUN & Esra Ceren TATLI 161

Bölüm 13

AĞIZ MIKROBIYOTASI, BIYOFİLM VE CANDİDA

Gülçin ÖZCAN ATEŞ & Müşerref OTKUN..... 199

Bölüm 14

KASIK BÖLGESİ FITIKLARI

Turgay KARATAŞ 217

Bölüm 15

KONVANSİYONEL VE GÜNCEL ENDODONTİK TEDAVİDE ÇAĞDAŞ REHBER YOL OLUŞTURMA SİSTEMLERİ

Cihan KÜDEN 237

Bölüm 16

TOLL BENZERİ RESEPTÖR AİLESİ VE DAMP ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Celal GÜVEN & Salih Tunç KAYA & Aykut PELİT & Eylem TAŞKIN 253

Bölüm 17

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE REFAH

Can Metin YAZICI & Yahya ÖZTÜRK 273

Bölüm 18

ÜLKEMİZ TAVUKÇULUĞUN DÜNYADAKİ KONUMU

Memiş BOLACALI 295

Bölüm 19

SUBFATİN VE METABOLİK ETKİLERİ

Kıvanç İRAK 313

Bölüm 20

COVID 19 PANDEMİSİ'NDE HEMŞİRELİK VE ETİK

Nevin UTKUALP 325

Bölüm 21

PARKİNSON TEDAVİSİNDE KULLANILAN İLAÇLARIN ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ

Taner ÇARIK & Sabriye AYDINOĞLU 339

Bölüm 22

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE COVID 19 PANDEMİSİNDE OZON UYGULAMALARI

Ebru AKLEYİN 361

Bölüm 23

LİPOPROTEİN (A) VE KLİNİK ÖNEMİ

Nilüfer BULUT 373

Bölüm 24

AROMATİK BİR BİTKİ OLAN KEKİĞİN SAĞLIKTA YERİ KEKİK BİTKİSİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

Tuncay TUFAN 391

Bölüm 25

OKUL SAĞLIĞI HİZMETLERİ KAPSAMINDA YÜRÜTÜLEN SAĞLIK TARAMALARI, SAĞLIĞI GELİŞTİREN OKULLAR VE HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Necmettin ÇİFTÇİ & Abdullah SARMAN 403

Bölüm 26

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GIDA GÜVENCESİ

Yasin AKKEMİK & Kemal Kaan TEKİNŞEN 421

Bölüm 1

GLUTENSİZ ÜRÜNLERİN SUNUMUNDAKİ DÜZENLEMELER VE ALTERNATİF ÜRÜNLER

Melike TAŞDELEN BAŞ¹

¹ Öğr. Gör. Dr., Selçuk Üniversitesi Akşehir Kadir Yallagöz Sağlık Yüksekokulu, Akşehir / Konya, meliket@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-2389-7696

Gluten buğday, arpa, çavdar ve bazı yulaf çeşitlerinin endospermünde bulunan bir tür proteindir. Bu, bu tahılların tüm formlarını ve bunların ürünlerini (malt, arpa, bulgur gibi.) kapsar. Gluten, Latince’de yapıştırıcı anlamına gelen bir kelimedir. Gluten visko-elastisitesi ile bilinen birçok gıda maddesinde bulunan ve dahil edilen fonksiyonel bir üründür. (Broc-kow ve ark. 2015).

Gluten en çok ekmeğe elastik bir kıvam vermesiyle bilinmektedir. Yapılan ekmeğin kabarmasını ve hava kabarcıkları oluşturmalarını sağlayarak gözenekli bir yapı almasına yol açar., Glutensiz ürün tüketicileri, çok fazla gıdada bulunan glutenden kaçınmak zorundadır (Woomer & Adedeji, 2021). Düşük bir besin değerine sahip olan gluten, havayı tutma, kabartma ve işlenmiş ürünlerin özelliklerini iyileştirmesi nedeniyle gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Parada & Araya, 2010).

Glutenin içinde prolamin adında depo proteinler bulunur (Wieser, 2007). Gluten, buğday, arpa, yulaf, çavdar, kamut ve tritikale gibi besinlerin içinde bulunan bir bileşiktir (Ciacci ve ark., 2002; Wieser, 2007). Prolaminler, buğdayda gliadin, çavdarda sekalin, arpada hordein, yulafta avenin olarak isimlendirilmektedir (Wieser, 2007).

Çölyak hastalığı, gluten proteinlerinin (hordein, gliadin, sekalin ve avenin) alkolde çözünür prolamin fraksiyonları tarafından tetiklenmektedir (Pasha ve ark., 2016). Gluten, çölyak hastalığındaki rolüyle ünlüdür. Bu otoimmün durum popülasyonun %1’ini etkilemektedir. İnce bağırsak mukozasındaki inflamatuvar süreç sonrasında, ishal, kabızlık, şişkinlik, bulantı ve kusma gibi akut yansımaları olan bir durum gerçekleşir (Moreno ve ark., 2017; Caio ve ark., 2019; Leonard ve ark., 2017).

Çölyak hastalığı belirtileri genellikle sistemiktir. İntestinal bulguların yanı sıra anemi, kronik yorgunluk, kemik ağrısı ve kas krampları gibi bulgular da eşlik eder (Pasha ve ark. 2016). Barsak mukozası hasarı ve inflamatuvar sürecin uzaması sonucu kalsiyum, D vit, demir, B12 vitamini, folik asit ve çinko gibi besinlerin emilim bozukluğu gelişir (Fernández-Bañares ve ark., 2009; Rondanelli ve ark., 2019). Çocuklarda ise, bu süreç sıklıkla malnütrisyon, gelişme geriliği, karın ağrısı ve distansiyon ile devam eder (Barker & Lio, 2008). Kalsiyum ve D vitamini emilimindeki bozukluklar, çölyak hastalığı bulunan çocuk hastaların büyüme ve gelişmesinde endişe yaratmaktadır (De Pablo ve ark., 2012; Hardy & Cooper, 2009).

Çölyak hastalığının kesin bir tedavisi yoktur. Hastalar katı bir glutensiz diyetle bağlı kalıp, bulgularını yönetebilirler veya ortadan kaldıracabilirler (Ciacci ve ark., 2015). Ömür boyu glutensiz diyet, çölyak hastalığı olan bireylerin tedavisidir. Gluteni almaya devam etmek klinik semptomları şiddetlendirebilir, bağırsak hasarını artırabilir ve ince bağırsak adenokar-

sinomu, özofagus kanseri, melanom ve Non- Hodgkin lenfoma dahil olmak üzere pek çok kanser riskini artırabilir (Green ve ark., 2003; Itzlinger ve ark., 2018).

Diyette iyi sonuçlar elde etmek için, diyetten buğday, arpa, çavdar ve yulafın ve bu tahıllarla ilişkili tüm tahılların çıkarılması gerekmektedir. Özellikle içerisinde gluten içermeyen, meyve, sebze, balık, et gibi ürünlerin diyetle eklenmesi teşvik edilmelidir (Niland & Cash, 2018).

Gluten içeren gıdaların dünya çapında birçok evde temel beslenme bileşenlerini temsil ettiği göz önüne alındığında, glutensiz diyet, birçok zorluk yaratabilecek bir yaşam tarzı değişikliğini temsil etmektedir. Çapraz bulaş riski, glutensiz diyeti sürdürmekte olan bireyler için günlük bir sorundur. Glutensiz diyetle uymayan kişilerle dolapları, tezgahları ve mutfak aletlerini paylaşmak, diyetin çizgisini bozan muhtemel kontaminasyon nedenleridir. Daha fazla güvenlik için yemekler, glutensiz gıdalardan uzak hazırlanmalı ve saklanmalıdır. Benzer bir endişe restoranlarda, yemek alanlarında ve yemek standlarında yemek yemeye kadar uzanır. Bireyler glutensiz seçenekler bulmakta zorluk çekse de, glutensiz diyetin artan popülaritesi nedeniyle restoranlar glutensiz seçeneklerini artırmaktadırlar (Lerner ve ark., 2019).

Glutensiz beslenmeye bağlı kalmak beslenme kalitesi konusunda endişeleri de beraberinde getirmektedir. Yapılan bir çalışmada, kendilerine çölyak hastalığı tanısı konan yada konmayan tüm çocukların beslenme eksiklikleri değerlendirilmiştir. Bu çocukların yetersiz lif, demir, D vitamini ve kalsiyum eksikliği olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, glutensiz diyetle uyan çocukların yetersiz folat, magnezyum ve çinko tüketimi olduğu, yüksek glisemik indeksli yiyecek tüketimlerinin fazla olduğu belirtilmiştir (Di Nardo ve ark., 2019).

Çölyak hastalığı bulunan adölesanlarla yapılan bir çalışmada, 47 kişinin üç günlük beslenme düzeni incelenmiştir. Glutensiz diyetle sıkı sıkıya bağlı kalan bu adölesanların protein ve lipid alımlarının yüksek olduğu ve obezite prevalansının arttığı saptanmıştır. Gluten, protein veya lipid açısından zengin gıdalarda değil, karbonhidrattan zengin gıdalarda doğal olarak meydana gelme eğiliminde olduğundan, bu sonuçlar beklenmektedir. Lipitlerin ve proteinlerin kalitesinin, endişe konusu olması gerektiğine dikkat etmek önemlidir (Mariani ve ark., 1998).

Glutensiz diyetle, D vitamini, demir, kalsiyum, folat ve diyet liflerinde eksiklikler bulunmaktadır. Bu durum beslenmede pek çok dezavantaja neden olmaktadır (Sue ve ark., 2018; Deora ve ark., 2017).

Çölyak hastalığı bulunsun ya da bulunmasın, diyetle bağlı olanlar, yukarıda listelenen tüm mineraller için günlük önerilen gereksinimlere ulaş-

tıklarından emin olmalıdır. İşlenmiş glütensiz alternatiflerden kaçınmak ve et, balık ve yeşil sebzeler gibi demir içeriği yüksek doğal olarak oluşan glütensiz yiyecekler yemek, diyetle ilişkili bu diyet sorununa önerilen bir çözümdür (Di Nardo ve ark., 2019). Glütensiz un karışımlarının içerikleri genelde, mısır, patates ve pirinç unundan oluşmaktadır (Masure, Fierens, & Delcour, 2016; Pruska-Kędzior ve ark., 2008).

Gluten içermeyen tahıl ürünleri lif ve diğer besin maddelerini içermektedir. Bu nedenle, glütensiz diyetle B vitamini, demir, kalsiyum ve lif alımı yetersiz olabilir. Çölyak hastalığı olan bireyler süt ve süt ürünlerini de az tüketirlerse, kalsiyum, D ve B1 vitamini eksikliği yaşayabilirler (Sy-lvia Llewelyn Bower & Sharrett, 2014).

Gluten içermeyen ürünlerine olan talep arttıkça, ürünlerin besleyicilikleri ve alternatif glütensiz farklı tahıl türlerinin araştırılması da artmıştır. Genel olarak, gluten içermeyen tahıllar, yerel yetiştirme bölgelerinde yüzyıllardır geleneksel pişirme teknikleri uygulanarak tüketilmektedir. Ancak daha yakın zamanlarda, glüten intoleransı ve glütene duyarlı popülasyonu için yeni alternatifler oluşturmak amacı ile, ekmekler, makarnalar, kahvaltılık gevrekler ve atıştırmalıklar geliştirmek için gluten içermeyen tahıllar kullanılmıştır. Bu bileşenlerin çoğu tahıl bazlıdır, yani kinoa, darı, sorgum, mısır, teff, yulaf, amaranth bunlardır. (Dykes ve Rooney 2007).

Glütensiz bir diyet, buğday, arpa ve çavdarın ve bunların tüm türevlerinin tamamen diyetten çıkarılmasını içermektedir. Yulafın gluten içermediğine ilişkin kaynaklar olmasına karşın, öğütülmesi esnasında buğday, arpa ya da çavdarın bulaşma riski nedeniyle glüten içerebilir (Koerner ve ark., 2011; Leivers ve ark., 2014). Ayrıca, yulafın, çölyak hastalığına sahip kişilerde hastalığı tetiklediğini gösteren ve diyetten çıkarılmasını öneren çalışmalar da vardır (Arentz-Hansen ve ark., 2004; Lundin ve ark., 2003; Tuire ve ark., 2012). Bu nedenle yulaf, diyetten çıkarılmalıdır (Koerner ve ark., 2011; Leivers ve ark., 2014; Pinto-Sánchez ve ark., 2017).

Glütensiz ürünler besin içeriği açısından, buğday benzeri mikro besinler ile güçlendirilemezler (do Nascimento ve ark., 2013). Son zamanlarda besinsel olarak çoklu doymamış/ doymuş yağ asidi dengesi ile düşük trans yağ asidi sağlayan kinoa ve keten tohumu içerikli glütensiz ekmekler yapılmaktadır (Calderelli ve ark., 2010). Kinoa ve keten tohumu, glütensiz ürünlerde omega 3 miktarını artırdığı için önerilmektedir (Rahaie ve ark., 2014). İçeriğinde lif, mineraller, vitaminler, yağ asitleri ve antioksidanlar olduğu için değerli bulunmaktadır (Navruz-Varli & Sanlier, 2016). Amaranth, kinoa, karabuğday, pirinç ve mısır içeriği olan ürünlerde, protein, yağ, lif ve mineral katkısından dolayı önerilmektedir (Alvarez-Jubete, Arendt, & Gallagher, 2009; Molinari ve ark., 2018).

Glütensiz Ürünlerin Sunumundaki Düzenlemeler

“Codex Alimentarius”, yiyeceklerde bulunması gereken minimum glüten miktarının belirlemek ve ürünleri “glütensiz” olarak tanımlamak için uluslararası bir standart belirlenmiştir. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından oluşturulan “Codex Alimentarius” adını taşıyan bu standartlar 2008 yılında “glütensiz” ürünler için eşik değerin 20 ppm veya kilogram ürün başına miligram glüten) olduğunu tespit etmiştir. (Codex Alimentarius, Revision, 2008).

Avrupa Birliği’ndeki ülkeler için, glutenin varlığı ile ilgili tüm gıda ürünlerinin etiketlenmesi zorunludur ve Codex Alimentarius’u takip ederler (Codex Alimentarius Komisyonu. 2008. Codex Standard 118-1979 (rev. 2008). Çölyak ve diğer gıda alerjisi olan tüketicileri korumak için, Codex Alimentarius standartlarına göre düzenlenen Avrupa mevzuatı, gıda etiketlerinde alerjen bilgilerinin verilmesini gerektirir; böylece hassas tüketiciler, alerjik reaksiyonlarını tetikleyen yiyeceklerden uzak durabilirler (European, Parliament. Regulation, 2011).

Avrupa Birliği, glutensiz gıdalar için evrensel etiketleme yasalarını kabul etmiştir. Eğer gıda 100 mg / kg’dan daha az içeriyorsa, “çok düşük gluten” olarak etiketlenebilir, 20 mg / kg’dan az içeriyorsa “glutensiz” olarak etiketlenebilir. Gıda etiketlemesindeki değişiklikler, Aralık 2014’ten bu yana yürürlüktedir. Örneğin, düzenleyici listede yer alan allerjenlerden herhangi biri, içerikte kullanıldıkları takdirde paketlenmiş bir gıda etiketinde vurgulanmalıdır (<https://celiac.org/gluten-free-living/global-associations-and-policies/policies-around-the-world/>).

İtalya’da cep telefonlarına yüklenebilen bir uygulama ile, glutensiz ürünler sunan restoranların listesi bulunabilmekte ve uygulama üzerinden rezervasyon yapılabilmektedir. Otellerde kahvaltı, öğle yemeği ve akşam yemeği için glutensiz ürünleri sunabilmektedir. Ancak otel içindeki farklı aktivitelerde sunulan yiyecekler her zaman glutensiz olmamaktadır. (<http://www.celiachia.it/DIETA/Dieta.aspx?SS=95&M=1280>).

Amerikan Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından onaylanan ürünlerde glutensiz ürünleri etiketlemek için İlaç ve Gıda İdaresi (FDA) kuralları geçerli olmaktadır. İlaç ve Gıda İdaresi (FDA) kurallarına göre paketlenmiş ürünlerin glutensiz olduğu belirtilirken, restoranlar için FDA kurallarına göre menülerde etiketleme önerilmektedir. Bir çok restoran glutensiz ürünler ve glutensiz menüler için “GF” (gluten free) yada benzeri bir sembol kullanarak menü seçeneklerini tanımlamaktadır (US Food and Drug Administration, 2014). Bu sayede bireyler, glüten içermeyen yiyecekleri sorgulamadan ve çapraz kirlenme riski konusunda endişe duymadan yiyecek tüketebilmektedirler (Thompson, 2015).

2017 tarihli ve 29960 sayılı resmi gazetede yayınlanan Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliğinin 45. Maddesinde tüketiciyi bilgilendirmek amacıyla etiketlerin üzerinde gluten ile ilişkili kurallar aşağıda bildirilmiştir;

a) Glutenin gıdadaki yokluğu veya azaltılmış varlığı hakkında tüketiciyi bilgilendirmek amacıyla etiket üzerinde “glutensiz”, gluten içermez” yada “gluten yoktur” ifadeleri kullanılması gerekmektedir. Aynı şekilde, “gluten intoleransı olan bireyler için uygundur” veya “çölyak hastaları için uygundur” ifadeleri kullanılabilir.

b) Gıdanın hazırlanmasına ilişkin özel bir işlem varsa, etiket üzerinde “gluten intoleransı olan bireyler için özel olarak formüle edilmiştir” veya “çölyak hastaları için özel olarak formüle edilmiştir” ifadeleri kullanılabilir (Resmi G. Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı; 2017.).

Glutensiz Alternatif Ürünler

Karabuğday

Karabuğday nişasta (%65-75), protein (%10-12.5), lipid (%4.7), mineraller ve vitaminler içerir (Arslan ve ark., 2021; Yalçın, 2021). Aynı zamanda iyi bir lif kaynağıdır, gluten içermez ve çeşitli biyoaktif bileşikler bakımından zengindir; ve bu nedenle giderek artan bir şekilde potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir (Yılmaz ve ark., 2020). Yüksek kaliteli bir protein, yani yüksek biyolojik değere sahip iyi dengelenmiş amino asitler içerir. Karabuğdayın baskın mineralleri arasında potasyum, magnezyum, fosfor, kalsiyum, demir, bakır, çinko, manganez; ve vitamin A (β -karoten), B dahil 1 (tiyamin), B 2 (riboflavin), B 3 (niasin), B5 (pantotenik asit), B6(piridoksin), C (askorbik asit) ve E (tokoferoller) bulunmaktadır (Ahmed ve ark., 2014).

Özellikle karabuğday gluten içermediği için gluten intoleransı olan kişilerin diyetle kolayca dahil edilebilir. Karabuğday da B1 ve E vitamini içermektedir (Fessas ve ark., 2008; Molinari ve ark., 2018). Patates nişastası ve pirinç unu gibi karışımların içine kinoa ve karabuğday eklenmesi ile daha yumuşak kıvamlı glutensiz ekmekler üretilmektedir (Turkut ve ark., 2016).

Teff Tahılı

Teff tahılı, Etiyopya'daki nüfusun çoğunluğu tarafından günlük olarak tüketilen yerli bir tahıldır. Glutensiz olduğu ve mısır ve buğdaya göre daha besleyici olduğu bilinmektedir (Kibatu ve ark, 2017 ; Dame, 2018). Ömür boyu glutensiz bir diyet, glutene karşı kalıcı bir intolerans olan çölyak hastalığı için bilinen tek çaredir. Glutensiz ürünler sınırlıdır

ve yetersiz beslenmeye yol açabilir (Hopman ve ark., 2008).

Teff bu hastalar için alternatif bir tahıl olabilir. Teff'in diğer besinsel faydaları arasında yüksek lif içeriği, potasyum (K), Magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), krom (Cr), ve mangan (Mn) diğer tahıllara kıyasla (Kibatu ve ark, 2017 ; Sharma ve Chauhan, 2018). Son yıllarda popüler hale gelen ve yüksek diyet lifi içeren teff unu da, gluten içermemesi nedeni ile çölyak hastaları için uygun özellik taşımaktadır (Marti ve ark., 2017; Zhu, 2018). Teff unu içinde A, B1, B2, B3 vitaminlerini bulunmaktadır (SR28, 2016). Teff unu katılarak yapılan glutensiz ekmekler daha yumuşak olmaktadır (Marti ve ark., 2017; Zhu, 2018).

Bununla birlikte, diğer çalışmalar, Teff tahılının, diğer tahıllara kıyasla düşük miktarlarda selenyum (Se) ve sodyum (Na) içerdiğini göstermiştir (Kibatu ve ark., 2017).). Günlük beslenmeyi mısır ve buğday gibi diğer tahıllarla desteklemek, aksi takdirde Teff tahılı sınırlı olabilecek besinleri sağlar (Nuss & Tanumihardjo, 2010).

Teff'in iyi bir ham lif (%3.0), proteinler (%11.0), karbohidratlar (%73.0), yağ (%2.5), vitaminler ve mineraller için iyi bir kaynak olduğu gösterilmiştir (Gebremariam, Zarnkow ve Becker, 2014). Teff, buğday, mısır, darı ve arpanın içinde bulunan protein miktarından daha fazla protein içerir. Teff proteininin amino asit profili, buğday, darı ve sorgumdan önemli ölçüde daha yüksek miktarda lizin, sınırlayıcı bir amino asit ile diğer tahıllarda bulduğunuzda çok benzer. Diğer tahıllarda bulacağınızdan daha yüksek miktarda mumsu olmayan nişasta içeren önemli miktarda karbohidrat içerir. Teff aynı zamanda zengin bir lif kaynağıdır ve koroner kalp problemleri, felç, hipertansiyon ve gastrointestinal hastalık riskini azaltmaktadır. (Gebremariam ve ark., 2014 ; Hager, Wolter ve ark., 2012).

Teff, organoleptik özellikleri, besin içeriğini ve sindirilebilirliği geliştirmek için geleneksel olarak çeşitli yiyecek ve içeceklerle fermente edilir (Gebremariam ve ark., 2014). Teff yiyecek ve içecek kullanımları değiştirilebilir, ayrıca, ekmek, kek, kurabiye, bisküvi, makarnalar için uygun bir gıdadır (Zhu 2018). Teff tahılının kurabiye ve bisküvi formülasyonları için uygun olduğunu bulmuştur (Coleman ve ark. 2013).

Kinoa

Kinoa tohumu küçük, yuvarlak, gluten içermeyen ve Boliviya ve Peru bölgesine özgü bir sahte tahıl türüdür (Escribano ve ark. 2017). Kinoa, stresli yetiştirme koşullarına toleransı ve zengin besin içeriği nedeniyle önemli bir tahıldır. Kinoa'nın besin profili başlıca tahıllarla karşılaştırılabilir. İçeriğinde, nişasta (%58,1–64,2), ham lif (%1,29–10,5), protein (%12,5–16,7), yağlar (%5.5–8.5), vitaminler (tiyamin, folik asit, C vitamini,

a-karoten ve niasin) ve mineraller (kalsiyum, magnezyum, demir, bakır ve çinko) bulunmaktadır. Kinoa, dokuz temel amino asidin tümünü içeren yüksek kaliteli proteine sahiptir (Vega-Gálvez ve ark. 2010).

Kinoanın, atıştırmalık gıdalarda fonksiyonel bir bileşen olarak potansiyele sahip olduğu da gösterilmiştir (Diaz ve ark. 2015). Kinoa tohumu birkaç farklı şekilde tüketilmekte, pilav gibi pişirilip tüketilebilmekte, fermente edilerek ve bira gibi alkollü içeceklerin yapımında, çimlenmiş fiderler şeklinde salatalarda, unu ise fırıncılık ve yemek yapımında kullanılabilmektedir. Kinoanın, olağanüstü besleyici özelliği, onu ekmek, makarna ve bebek maması üretimi için işlevsel bir besindir (Nsimba ve ark., 2008).

Darı

Darı, geleneksel olarak temel olarak Sahra altı Afrika, Hindistan ve Çin'de yetiştirilen küçük, yuvarlak bir glutensiz bir tahıldır. Genellikle büyük tahılların üretilmediği fakir topraklardaki kurak bölgelerde yetiştirilirler. Proso darı, çoğunlukla ABD'nin Colorado, Nebraska ve Güney Dakota eyaletlerinin Orta Büyük Ovaları boyunca uzanan ovalar bölgesinde yetiştirilen çeşittir (USDA-NASS, 2021).

Darının yaklaşık içeriği türler arasında değişiklik gösterir, ancak ana tahıllarla karşılaştırılabilir kalır. Genel olarak darı iyi bir protein (%8.2 – 14.8), yağ (%1.8 – 4.9) ve ham lif (%0.7 – 12.19), yüzdeler çeşide göre değişse de iyi bir kaynaktır. Batı endüstriyel uygulamalarında darı öncelikle bisküvi, şekerleme, içecek, süt içeriği olmayan gıdalar ve bira üretiminde bir bileşen olarak kullanılır. Kökeni olduğu söylenen Afrika ve Asya'da ise temel gıda maddesidir ve her türlü ekmek, yulaf lapası, alkollü ve alkolsüz içeceklerin yapımında kullanılır (Singh & Adedeji 2017 ; Habiya-remye ve ark. 2017).

Gluten içermeyen gıdalarda darı kullanımının en büyük dezavantajı, tüketicilerin dariya alışı olmaması, bazı çeşitlerde protein sindirilebilirliğini azaltan yüksek anti-beslenme içeriği, bazılarında bulunan buruk aromadır. (Habiya-remye ve ark. 2017 ; Capriles ve Arêas 2014).

Sorgum

Sorgum, Afrika'nın kurak bölgelerinde ortaya çıkan küçük, yuvarlak bir tahıldır. Sorgum suyu verimli kullanır, kuraklığa ve kötü toprak koşullarına dayanıklıdır. Sorgum, Asya, Afrika'nın kurak bölgelerinde yetiştirilip tüketilmekte ve genellikle Avustralya, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'da yemlik olarak yetiştirilmektedir. Sorgum, mısır, buğday, pirinç ve arpadan sonra dünyada en çok üretilen beşinci tahıldır. Sorgum, karbonhidratlar (%54,6-77.2), proteinler (%4.7-19.0), diyet lifi (%4.5-26.3) ve lipidler (%1.6-5.0) içeren iyi bir besin kaynağıdır (Chavez ve ark. 2018 ; Hager Wolter ve ark 2012). Sorgumun bir gıda bileşeni olarak uygu-

lanması, kahvaltılık gevrekler, tortillalar, ekmekler, kekler ve makarnalar dahil olmak üzere çeşitli glutensiz gıdalarına odaklanmıştır. Bir kahvaltı gevreği olarak sorgum, iyi duyuusal sonuçlara sahiptir ve bir biyoaktif bileşik kaynağı sağlamaktadır (Anunciacao ve ark., 2017 ; Mkandawire ve ark., 2015; Winger ve ark., 2014).

Sorgum ile üretilen ekmeğin, küçük parçacık boyutuna ve daha yüksek derecede nişasta hasarına sahip un kullanılarak hazırlandığında daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuştur (Winger ve ark. 2014). Görünüm ve doku göz önüne alındığında, ısıtma işlemi görmüş unla üretilen glutensiz ekmek ve kekin işlenmemiş sorgum unundan daha kabul edilebilir olduğu bulundu (Marston ve ark., 2016). Sorgumun bir makarna bileşeni olarak uygulamasını araştırılmış ve pirinç ve patates unu ile harmanlanmış sorgum ununun pişirme kalitesinin en iyi sonuçları verdiğini bulundu (Ferreira ve ark. 2016).

Amaranth

Amaranth, eski uygarlıklar, yani Güney Amerika'nın İnka, Maya ve Aztek halkı tarafından yüzyıllardır tüketilen küçük, yuvarlak bir glutensiz yalancı tahıldır. Amaranth'a olan ilgi 1980'lerde Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi'nden araştırmacıların yüksek besinsel ve tarımsal değerini ortaya koyduklarında artmıştır (Caselato-Sousa v& Amaya-Farfan 2012). Yüksek protein içeriği, aynı oranda kullanılan diğer glutensiz ürünlerle karşılaştırıldığında bileşenlerine kıyasla yüksek genleşme ve katıların daha iyi çözünürlüğü nedeniyle su emilimini artırma eğilimine sahiptir (Diaz ve ark. 2013).

Amaranthlar, %12,5 ile %18,19 arasında değişen yüksek bir protein içeriğine sahiptir. Amaranth proteini, metionin ve lizin bakımından yüksektir ve bu esansiyel amino asitlerde genellikle düşük olan diğer tahıl tanelerine kıyasla protein kalitesini daha da güçlendirir. Ek olarak, amaranth, yüksek oranda çözünmeyen lif içeriği, çözünür lif içeriği (%4,2), lipid içeriği (%1,9 – 9,7) ve vitaminler ve mineraller (riboflavin, niasin, askorbik asit, kalsiyum ve magnezyum) içerir. (Caselato-Sousa & Amaya-Farfan, 2012).

Glutensiz gıdalarda bir bileşen olarak amaranth ilavesinin ayrıca su tutma kapasitesini, viskoelastik özellikleri ve mikro besin içeriğini iyileştirdiği gösterilmiştir (D'Amico ve Schoenlechner 2017 ; Liu ve ark., 2019). Amaranth, makarna, ekmek, atıştırmalıklar gibi ürünlerin üretiminde kullanılır (Mandala ve Kapsokafalou 2011).

SONUÇ

Glutensiz diyet, çölyak hastalığı için birincil tedavi olmaya devam etmektedir. Çölyak hastalığı olan hastalar, şu anda en iyi bilinen tedavi

olduğu için ömür boyu glutensiz diyetle bağlı kalmalıdır. Mevcut glutensiz ürünler, özellikle nişasta içeren ürünlerden oluştuğunda, mikrobeyinlerden yoksundur. Bu durum çölyak hastalarının besin içeriğinin yetersiz olduğu ürünleri tüketmesine neden olmaktadır. Beslenme kalitesinin artırılması için alternatif tahıl benzeri ürünlerin diyetle eklenmesi çözüm olabilir. Bu konuda sağlık profesyonelleri hastalar için yol gösterici olmalıdır. Hastaların alternatif ürünleri tanımaları, bilmeleri kullanımına ilişkin bilgiye sahip olmaları, takip ettikleri glutensiz diyetin sağlıklı bir biçimde devamlılığını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A., Khalid, N., Ahmad, A., Abbasi, N. A., Latif, M. S. Z., & Randhawa, M. A. (2014). Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *The Journal of Agricultural Science*, 152(3), 349-369.
- Anunciação, P. C., de Moraes Cardoso, L., Gomes, J. V. P., Della Lucia, C. M., Carvalho, C. W. P., Galdeano, M. C., ... & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2017). Comparing sorghum and wheat whole grain breakfast cereals: Sensorial acceptance and bioactive compound content. *Food Chemistry*, 221, 984-989.
- Arslan, A., Haros, C. M., Yalçın, E., & Güneş, A. (2021). Wet milling of buckwheat cultivars and some quality properties of the fractions. *Food Science and Technology International*, 10820132211011303.
- Barker, J. M., & Liu, E. (2008). Celiac disease: pathophysiology, clinical manifestations, and associated autoimmune conditions. *Advances in pediatrics*, 55(1), 349-365.
- Brockow, K., Kneissl, D., Valentini, L., Zelger, O., Grosber, M., Kugler, C., ... & Ring, J. (2015). Using a gluten oral food challenge protocol to improve diagnosis of wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 135(4), 977-984.
- Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC medicine*, 17(1), 1-20.
- Caselato-Sousa, V. M., & Amaya-Farfán, J. (2012). State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. *Journal of Food Science*, 77(4), R93-R104.
- Chávez, D., Ascheri, J., Martins, A., Carvalho, C., Bernardo, C., & Teles, A. (2018). Sorghum, an alternative cereal for gluten-free product. *Rev. chil. nutr*, 169-177
- Ciacci, C., Ciclitira, P., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Ludvigsson, J. F., McGough, N., ... & Swift, G. L. (2015). The gluten-free diet and its current application in coeliac disease and dermatitis herpetiformis. *United European gastroenterology journal*, 3(2), 121-135.
- Coleman, J., Abaye, A. O., Barbeau, W., & Thomason, W. (2013). The suitability of teff flour in bread, layer cakes, cookies and biscuits. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(7), 877-881.
- Codex Alimentarius, Revision: 2008, www.fao.org/input/download/report/710/al3226e.pdf
- European, Parliament. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food

- information to consumers. Off. J. Eur. Union 2011, L304, 18–63; presence of gluten in food. Off. J. Eur Union 2014, L228, 5–8.
- Dame, Z. T. (2020). Analysis of major and trace elements in teff (*Eragrostis tef*). *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 145-148.
- Diaz, J. M. R., Kirjoranta, S., Tenitz, S., Penttilä, P. A., Serimaa, R., Lampi, A. M., & Jouppila, K. (2013). Use of amaranth, quinoa and kañiwa in extruded corn-based snacks. *Journal of Cereal Science*, 58(1), 59-67.
- D'Amico, S., & Schoenlechner, R. (2017). Amaranth: Its unique nutritional and health-promoting attributes. *Gluten-free ancient grains*, 131-159.
- De Pablo, P., Cooper, M. S., & Buckley, C. D. (2012). Association between bone mineral density and C-reactive protein in a large population-based sample. *Arthritis & Rheumatism*, 64(8), 2624-2631.
- Di Nardo, G., Villa, M. P., Conti, L., Ranucci, G., Pacchiarotti, C., Principessa, L., ... & Parisi, P. (2019). Nutritional deficiencies in children with celiac disease resulting from a gluten-free diet: A systematic review. *Nutrients*, 11(7), 1588.
- Deora, V., Aylward, N., Sokoro, A., & El-Matary, W. (2017). Serum vitamins and minerals at diagnosis and follow-up in children with celiac disease. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 65(2), 185-189.
- Dykes, L., & Rooney, L. W. (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal foods world*, 52(3), 105-111.
- Escribano, J., Cabanes, J., Jiménez-Atiénzar, M., Ibañez-Tremolada, M., Gómez-Pando, L. R., García-Carmona, F., & Gandía-Herrero, F. (2017). Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Food chemistry*, 234, 285-294.
- Fernández-Bañares, F., Monzón, H., & Forné, M. (2009). A short review of malabsorption and anemia. *World journal of gastroenterology: WJG*, 15(37), 4644.
- Ferreira, S. M. R., de Mello, A. P., dos Anjos, M. D. C. R., Krüger, C. C. H., Azoubel, P. M., & de Oliveira Alves, M. A. (2016). Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. *Food chemistry*, 191, 147-151.
- Green, P. H., Fleischauer, A. T., Bhagat, G., Goyal, R., Jabri, B., & Neugut, A. I. (2003). Risk of malignancy in patients with celiac disease. *The American journal of medicine*, 115(3), 191-195.
- Gebremariam, M. M., Zarnkow, M., & Becker, T. (2014). Teff (*Eragrostis tef*) as a raw material for malting, brewing and manufacturing of gluten-free foods and beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2881-2895.

- Habiyaremye, C., Matanguihan, J. B., D'Alpoim Guedes, J., Ganjyal, G. M., Whiteman, M. R., Kidwell, K. K., & Murphy, K. M. (2017). Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, US: A review. *Frontiers in plant science*, 7, 1961.
- Hager, A. S., Wolter, A., Jacob, F., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2012). Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 239-247.
- Hardy, R., & Cooper, M. S. (2009). Bone loss in inflammatory disorders. *Journal of Endocrinology*, 201(3), 309-320.
- Hopman, E., Dekking, L., Blokland, M. L., Wuisman, M., Zuijderduin, W., Koning, F., & Schweizer, J. (2008). Tef in the diet of celiac patients in The Netherlands. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 43(3), 277-282.
- Itzlinger, A., Branchi, F., Elli, L., & Schumann, M. (2018). Gluten-Free Diet in Celiac Disease—Forever and for All?. *Nutrients*, 10(11), 1796.
- Kibatu, G., Chacha, R., & Kiende, R. (2017). Determination of major, minor and trace elements in Tef using portable total x-ray fluorescence (TXRF) spectrometer. *EC Nutrition*, 9(1), 51-59.
- Leonard, M. M., Sapone, A., Catassi, C., & Fasano, A. (2017). Celiac disease and nonceliac gluten sensitivity: a review. *Jama*, 318(7), 647-656.
- Lerner, B. A., Vo, L. P., Yates, S., Rundle, A. G., Green, P. H., & Lebwohl, B. (2019). Detection of gluten in gluten-free labeled restaurant food: analysis of crowd-sourced data. *The American journal of gastroenterology*, 114(5), 792.
- Liu, S., Chen, D., & Xu, J. (2019). Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1440-1450.
- Mandala, I., & Kapsokefalou, M. (2011). Gluten-free bread: sensory, physicochemical, and nutritional aspects. In *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention* (pp. 161-169). Academic Press.
- Marston, K., Khouryieh, H., & Aramouni, F. (2016). Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 637-644.
- Mariani, P., Viti, M. G., Montouri, M., La Vecchia, A., Cipolletta, E., Calvani, L., & Bonamico, M. (1998). The gluten-free diet: a nutritional risk factor for adolescents with celiac disease?. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 27(5), 519-523.
- Mkandawire, N. L., Weier, S. A., Weller, C. L., Jackson, D. S., & Rose, D. J. (2015). Composition, in vitro digestibility, and sensory evaluation of extruded whole grain sorghum breakfast cereals. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 662-667.

- Moreno, M. D. L., Rodríguez-Herrera, A., Sousa, C., & Comino, I. (2017). Biomarkers to monitor gluten-free diet compliance in celiac patients. *Nutrients*, 9(1), 46.
- Niland, B., & Cash, B. D. (2018). Health benefits and adverse effects of a gluten-free diet in non-celiac disease patients. *Gastroenterology & hepatology*, 14(2), 82.
- Nsimba, R. Y., Kikuzaki, H., & Konishi, Y. (2008). Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food chemistry*, 106(2), 760-766.
- Nuss, E. T., & Tanumihardjo, S. A. (2010). Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(4), 417-436.
- Pasha, I., Saeed, F., Sultan, M. T., Batool, R., Aziz, M., & Ahmed, W. (2016). Wheat allergy and Intolerance; recent updates and perspectives. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(1), 13-24.
- Resmi Gazete. (2017). Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı; 2017
- Rondanelli, M., Faliva, M. A., Gasparri, C., Peroni, G., Naso, M., Picciotto, G., ... & Perna, S. (2019). Micronutrients dietary supplementation advices for celiac patients on long-term gluten-free diet with good compliance: A review. *Medicina*, 55(7), 337.
- Singh, M., & Adedeji, A. A. (2017). Characterization of hydrothermal and acid modified proso millet starch. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 21-26.
- Sue, A., Dehlsen, K., & Ooi, C. Y. (2018). Paediatric patients with coeliac disease on a gluten-free diet: nutritional adequacy and macro- and micronutrient imbalances. *Current gastroenterology reports*, 20(1), 1-12.
- Sharma, K., & Chauhan, E. S. (2018). Nutritional composition, physical characteristics and health benefits of teff grain for human consumption: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 7(10), 3-7.
- US Food and Drug Administration. Questions and answers: gluten-free food labeling final rule. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/Allergens/ucm362880.htm>- Gluten-Free Dietitian. Restaurants and gluten-free labeling claims. <http://www.glutenfreedietitian.com/newsletter/2014/01/28/restaurants-and-gluten-free-labeling-claims/>
- United States Department of Agriculture. (2021) National Agricultural Statistics Service Fact Finders for U.S. Agriculture 2021 Guide To Products and Services, <https://www.nass.usda.gov/Publications/catalog.pdf>
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Cheno-*

- podium quinoa willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541-2547.
- Winger, M., Khouryieh, H., Aramouni, F., & Herald, T. (2014). Sorghum Flour characterization and evaluation in gluten-free flour tortilla. *Journal of Food Quality*, 37(2), 95-106.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food microbiology*, 24(2), 115-119.
- Woomer, J. S., & Adedeji, A. A. (2021). Current applications of gluten-free grains—a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(1), 14-24.
- Yalcin, S. (2021). Quality characteristics, mineral contents and phenolic compounds of gluten free buckwheat noodles. *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2661-2669.
- Yilmaz, H. Ö., Ayhan, N. Y., & Meriç, Ç. S. (2020). Buckwheat: a useful food and its effects on human health. *Current Nutrition & Food Science*, 16(1), 29-34.
- <https://celiac.org/gluten-free-living/global-associations-and-policies/policies-around-the-world/>). <http://www.celiachia.it/DIETA/Dieta.aspx?S-S=95&M=1280>.

Bölüm 2

HEMŞİRELİK ALANINDA ETKİN BİR LİDERLİK DAVRANIŞI OLARAK KAPSAYICI LİDERLİK DAVRANIŞI ÖNERİSİ

Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN¹

Hüseyin ASLAN²

1 Dr.Öğr.Üyesi Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, ksevgiunal@osmaniye.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5263-4465

2 Dr.Öğr.Üyesi Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi , huseyinaslan111@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0547-1317

1.Giriş

Günümüz dinamik ve rekabetçi iş dünyasında örgütsel düzeyde yaşanan değişimlere ve ihtiyaçlara bağlı olarak farklı liderlik yaklaşımlarının ortaya çıktığını söylemek mümkündür. Özellikle bilgi temelli bir dönüşümün yaşandığı günümüz dünyasında örgütlerin ihtiyaçları, beklentileri ve stratejileri benimsedikleri liderlik tarzlarını değiştirmektedir. Bu bakımdan yönetsel bağlamda örgütlerin; bilgi temelli, insan odaklı ve dinamik özelliklere sahip yapılara evrildiğini söyleyebiliriz. Söz konusu özellikler kapsamında örgütlerin ihtiyaç duyduğu farklı liderlik tarzlarından birisi de kapsayıcı liderlik yaklaşımıdır.

Çalışanların sahip oldukları pozitif kaynakları yaratmada kapsayıcı liderlik önemli bir kavramdır. Kapsayıcı liderlik takipçilerin eylemlerini liderlikle meşrulaştıran, tanınmaya, saygı duyulmasına, yanıt verilmesine ve sorumluluğa vurgu yapan bir liderlik tarzıdır (Hollander, 2009). Carmeli vd.(2010) kapsayıcı liderliği açıklarken takipçilerin düşünceleri karşısında kapsayıcı liderin açık, uygun ve erişilebilir davranış sergileyerek takipçilerinin isteklerine ve ihtiyaçlarına odaklandığını belirtmiş ve bu nedenle kapsayıcı liderliğin ilişkisel liderliğin merkezinde olduğunu belirtmiştir. Hollander (2012)'a göre kapsayıcı liderler çalışanların saygı duyan, kapsayıcı bir ortam yaratarak tüm çalışanları karar alma süreçlerine katan ve bu süreçte çalışanların katkısını adil bir şekilde takdir eden liderlerdir. Kapsayıcı liderler çalışanları işe katkıda bulunmaya teşvik etmede itici bir güç konumundadırlar. Kapsayıcı liderlerin çalışanların kaynaklarına yapmış oldukları katkının çalışanlar nezdine olumlu algılanması çalışanların rollerine daha fazla bağlanmalarına ve çalışanların kurumlarına karşılık göstermelerinde önemli bir etkidir (Choi vd., 2015).

Bu çalışmada hemşirelik alanında hemşire liderlerin sergiledikleri, dönüşücü liderlik, etkileşimsel liderlik, hizmetkar liderlik vb. gibi liderlik davranışlarının yanında kapsayıcı liderlik davranışının da çalışanların tutum ve davranışları üzerindeki etkisinden bahsedilerek kapsayıcı liderliğin hemşire liderler tarafından uygulanmasının önemini ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2.Kapsayıcı Liderlik

Nembhard ve Edmondson (2006:947) kapsayıcı liderliği “bir lider veya liderlerin başkalarının katkıları için davet ve diğerlerinin katkılarını takdir ettiğini gösteren sözleri ve eylemleri” olarak tanımlamıştır. Kapsayıcı kelimesi burada herhangi bir ortalama düzeyde bir masa etrafında toplanmak ve masada herhangi bir çalışanın masanın etrafındaki diğer çalışanların statü ve güç mesafesini görebildiği ve kapsayıcı lider tarafından diğerlerinin görüşlerine önem verildiği bir durum olarak ifade edilmektedir (Nembhard and Edmondson, 2006). Hollander (2009) ise, kapsayıcı liderliği birbirine bağlı ilişkilerin ortak bir amaç ve vizyon ile oluşan

kazan-kazan durumu olarak tanımlamıştır. Carmeli vd. (2010)'a göre ise kapsayıcı liderlik takipçileriyle etkileşimlerinde açıklık, uygunluk ve erişilebilirlik sergileyen liderlere atıfta bulunur. Bu tanımın gösterdiği gibi kapsayıcı liderlik spesifik olarak önemli bir işyeri faktörü olarak görülmekte ve bir liderin açıklığı, uygunluğu, erişilebilirliği ve çalışanların düşüncelerine önem vermesi ve farklı fikirleri konuşmaya ve tartışmaya uygun olması kapsayıcı liderliğin en güçlü yönüdür (Carmeli vd., 2010).

Kapsayıcı liderlik, liderin takipçilerinin ihtiyaçlarına önem vermesi ve takipçilerinin kendisine ulaşabilir olması açısından ilişkisel liderlik modeli olarak kabul edilmiştir (Hollander, 2009). Bu nedenle, kapsayıcı liderlik ilişkisel liderliğin merkezinde yer alır ve takipçilerin liderlerin kendileri için uygun olduğunu hissedip hissetmediklerine, liderin onları dinleyip dinlemediğine ve takipçilerin ihtiyaçlarına dikkat edip etmediğine odaklanır (Carmeli vd., 2010). Kapsayıcı liderlik, kavramsal olarak ilişkili olabilecek diğer liderlik biçimleriyle karşılaştırıldığında, kabul görmenin, ait olmanın, benzersizliğin ve kapsayıcılığın benzersiz niteliğini taşımaktadır. Spesifik olarak, dönüşümsel liderlik, organizasyonun ihtiyaçlarına göre çalışanlarını motive etmeye ve geliştirmeye odaklanmıştır ve dönüşümsel liderlik aktif olarak çalışan katılımı, karşılıklı etkileşim ve ödüller olmaksızın lider merkezinde toplanır. Buna karşılık, kapsayıcı liderlik, çalışanları olduğu gibi kabul etmeyi, özgün yetenek ve görüşlerine katkıda bulunmayı ve örgütsel faaliyetlere katılmalarını teşvik etmeyi vurgular (Randel vd., 2018; Qi vd., 2019).

Nembhard ve Edmondson (2006) tarafından ortaya atılan kapsayıcı liderlik, takipçileriyle etkileşimlerinde açıklık, erişilebilirlik ve ulaşılabilirlik sergileyen liderler anlamına gelir. Kapsayıcı liderliğin bu üç yönü, yalnızca liderin takipçilere olan ilgi ve ilgisini yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda kapsayıcı liderlerin arzu edilen beklentilerini takipçileriyle etkili bir şekilde iletmesine olanak tanır (Carmeli vd., 2010). Kapsayıcı liderlik, tüm bireylerin grup üyeliklerine bakılmaksızın paylaşılan hedeflere tam ve anlamlı bir şekilde katkıda bulunma yeteneğine sahip olmasını ve bunu yerleşik normları özümsemeden ve kimliklerinin herhangi bir kısmından vazgeçmeden yapabilmesini gerektirir (Ye vd., 2018). Başka bir deyişle, kapsayıcı liderler her zaman takipçilerini destekler ve girdileri davet etmek için onlarla açık iletişimi sürdürür. Bu liderler, takipçilerinin ilgi alanları, beklentileri ve duyguları hakkında endişe duyarlar ve yardıma hazır ve isteklidirler (Carmeli vd., 2010).

2.1.Kapsayıcı Liderliğin Çalışanların Tutum ve Davranışları Üzerindeki Etkisi

Kapsayıcı liderlik çalışanların işe adanmışlıklarını pozitif yönde etkileyen bir liderlik davranışdır. Kapsayıcı liderlik genel olarak liderlerin

çalışanların katılımını sağlamaya çalıştıkları, iş sürecini iyileştirmek için çalışanların girdilerine dikkat ederek kapsayıcı bir sürece vurgu yapar (Javed vd., 2019). Liderleri ile yüksek kaliteli bir etkileşim yaşayan çalışanlar kendilerini psikolojik olarak güvende hissetmektedirler. Psikolojik olarak güven duygusunun yaşanması işe adanmışlığı oluşturan işe istek duyma düzeyini arttırmaktadır. Dolayısıyla liderleri ile yüksek düzeyde kaliteli etkileşim yaşayan çalışanlar karşılıklılık normu gereği liderlerin kendilerine olan katkılarının karşılığını vermede daha isteklidirler. Bu nedenle çalışanlar ile liderler arasında yaşanan etkileşimin kalitesi işe adanmışlığı arttırmaktadır (Aslan, 2019a). Ayrıca kapsayıcı liderin oluşturmuş olduğu destekleyici iklim algısı sayesinde takipçiler iş hakkında bilgi paylaşma ve gerçek düşüncelerini ifade etme noktasında kendilerini daha özgür hissediler. Ayrıca kapsayıcı liderler iş süreçlerinde takipçilerine destek sağlamak için inisiyatif alırlar ve takipçilerinin iş gereksinimlerinin üstesinden gelmeleri için motive ederler. Bu nedenle kapsayıcı liderin destekleyici davranışı çalışanların işsel tatminlerini arttıracak ve işe adanmışlıklarını olumlu yönde etkileyecektir (Aslan vd., 2021). Literatürde yapılan çalışmalarda da kapsayıcı liderliğin işe adanmışlığı pozitif yönde etkilediği görülmektedir (Choi vd.,2015; Bannay vd.,2020; Bhutto vd.,2021; Chen vd.,2020; Carmeli vd., 2010; Aslan vd., 2020; Aslan vd., 2021).

Kapsayıcı liderlik çalışanların psikolojik güvenliğini pozitif yönde etkileyen bir liderlik davranışıdır. Kapsayıcı liderlik çalışanları bağımsız çalışmaya ve karar alma süreçlerine katılmaya teşvik eder ve çalışanların özerkliğini tatmin eden saygılı ve destekleyici bir çalışma ortamı yaratır. Kapsayıcı liderler tarafından oluşturulan bu destekleyici iş ortamında kapsayıcı liderler iş gereksinimlerini azaltır, fiziksel ve psikolojik tükenmeye karşı onları korur ve onların bireysel büyüme ve gelişmelerini destekler (Zeng vd., 2020). Nembhard ve Edmondson (2006)' a göre çalışanlar kapsayıcı liderlerin kendilerinin katkılarını davet ettiğini ve takdir ettiğini hissettiklerinde ve seslerinin takdir edildiği ve konuşma ve kendilerini ifade etme konusunda rahat olduklarını hissettiklerinde psikolojik olarak kendilerini güvende hissederler. Hollander (2009)'a göre liderlerin kapsayıcı liderlik davranışı sergilemeleri sayesinde çalışanlar arasında ve genel olarak iş yerinde çalışanların olumlu bir ruh hali yaşamaları çalışanların psikolojik olarak sıkıntı yaşamamalarına neden olur. Bu nedenle Kapsayıcı liderler çalışanlarına sağlamış oldukları destek sayesinde çalışanların kendilerini psikolojik olarak güvende hissedecekleri ve daha fazla psikolojik güvenlik yaşayacakları iş yeri ortamının şekillenmesine katkıda bulunurlar (Javed vd.,2019). Nitekim yapılan çalışmalarda da kapsayıcı liderliğin psikolojik güvenliği pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği görülmektedir (Zhao vd.,2020; Khan vd., 2020; Javed vd.,2019; Carmeli vd., 2010; Zeng vd.,2020; Aslan vd., 2021).

Kapsayıcı liderlik çalışanlarda örgütsel destek algısını arttıran bir liderlik davranışı olarak karşımıza çıkmaktadır. Örgütsel destek teorisine göre, çalışanlar kuruluşun kendileriyle ilgilendiğini algıladıklarında, tanınma, saygı, takdir ve dikkate alma gibi sosyo-duygusal ihtiyaçlarının karşılandığı inancı oluşmaktadır (Eisenberger vd., 1986).

Hollander (2009) kapsayıcı liderlerin her zaman takipçileri desteklediğini iddia etmiştir. Hollander (2012)'e göre ise kapsayıcı liderler takipçilerin katkılarının farkında olan ve onların katkılarını adaletli bir şekilde takdir eden, örgütsel hedefler hakkında çalışanların katılımını sağlayan, takipçilerin şahsiyetlerine saygı duyan ve güven ve sadakati besleyen dürüst bir anlayış ile mümkün olduğunca iletişime açık olan liderlerdir. Kapsayıcı liderler takipçilerinin düşünce ve fikirlerini dinlemeye, önemsemeye ve tartışmaya istekli oldukları için (Carmeli vd., 2010) takipçilerin düşüncelerini ifade etmeleri ve iş süreçlerine katkıda bulunmaları için güvenli bir sosyal bağlam geliştirirler (Choi vd.,2017). Dolayısıyla sosyal değişim teorisi çerçevesinde açıklık, uygunluk ve erişilebilirlik davranışları sergileyerek takipçilerinin beklenti, ihtiyaç ve isteklerin karşılanmasında ve fikirlerinin gerçekleşmesi noktasında her zaman onlara destek olurlar (Hollander, 2009; Carmeli vd., 2010). Nitekim yapılan çalışmalarda da kapsayıcı liderliğin algılanan örgütsel desteği pozitif yönde etkilediği görülmektedir (Aslan, 2019b; Qi vd., 2019).

Kapsayıcı liderlik psikolojik güçlendirmeyi pozitif yönde etkileyen bir liderlik davranışdır. Psikolojik güçlendirme çalışanların karar alma sürecinde aktif rol oynamalarına izin veren ve merkezi olmayan karar vermeyi teşvik edici bir yapıya sahiptir (Spreitzer, 1995). Kapsayıcı liderler, çalışanların iş faaliyetlerine kendi başlarına karar verme konusunda büyük özerkliğe sahip oldukları çalışanlara yetki verirler. Aynı zamanda kapsayıcı liderler, çalışanların iş ortamına dahil edilmesine değer verirler ve çalışanların daha fazla yetkilendirilmesi için çaba harcarlar. Böylece kapsayıcı liderlerin destekleyici bir dış ortam geliştirmelerinin bir sonucu olarak çalışanların içsel motivasyonlarının artmasıyla psikolojik olarak güçlendirme duygusu yaşamaları olasıdır (Javed vd., 2018). Bu bağlamda, kapsayıcı liderlik ile katılımcı ve kapsayıcı bir çalışma ortamı psikolojik güçlendirme için en uygun ortam olarak düşünülebilir. Bu tür çalışma ortamlarında farklı seslere saygı duyulur, çeşitli ve farklı fikirler ve bakış açıları değerlendirilir ve çalışanlar örgütlerine faydalı katkı yapma noktasında teşvik edilir (Pless ve Maak, 2004). Nitekim Javed vd.(2018) yapmış oldukları çalışmada kapsayıcı liderlik ile psikolojik güçlendirme arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.

Kapsayıcı liderlik aynı zamanda çalışanların yenilikçi iş süreçlerine katılımını pozitif yönde etkileyen bir liderlik davranışdır. Kapsayıcı liderler güven ve sadakati besleyen dürüst bir anlayış ile mümkün olduğun-

ca iletişime açık bir davranış sergileyerek (Hollander, 2012) kapsayıcılık kültürünü teşvik edebilme adına tüm çalışanları karar alma sürecine davet ederler (Nembhard ve Edmondson, 2006). Bu sayede çalışanlar kararlara ve tartışmalara katkıda bulunmada, açıkça fikirlerini beyan eder ve yeni fikirlerini uygulamaya geçirirler (Javed vd., 2018). Aynı zamanda Kapsayıcı liderler çalışanların yenilik süreçlerine katılmasında çalışanların motivasyonları arttırabilir, enerjilerini arttırabilir ve çalışanlara rol model olabilirler (Qi vd., 2019). Ayrıca kapsayıcı liderler, yenilikçi davranış için gerekli olan bilgi, zaman ve destek gibi kaynakları sağlayabilirler (Reiter-Palmon ve Illies, 2004). Literatürde kapsayıcı liderlik ile yenilikçi iş davranışı arasındaki yapılan çalışmalarda da kapsayıcı liderliğin yenilikçi davranışı pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği görülmektedir (Javed vd., 2021; Bhutto vd., 2021; Shakil vd., 2021; Mansoor, vd., 2021; Wang vd., 2019; Choi vd., 2015; Javed vd., 2018; Javed vd., 2019; Qi vd., 2019; Ye vd., 2019; Fang vd., 2019; Wang vd., 2019; Choi vd., 2017; Aslan, 2019a; Aslan, 2019b; Aslan vd., 2020).

3. Sonuç ve Değerlendirme

Hemşirelik, ilgi çekici ve ilham verici rol modeller ve liderler gerektiren dinamik ve zorlu bir meslektir. Hemşire liderler, yön belirlemek, meslektaşlarını bir araya getirmek, onları ortak bir hedefe yönelik motive etmek ve onlara ilham vermek için organizasyonlar açısından artan öneme sahiptir. Günümüzün sürekli değişen ve talepkâr sağlık bakımı ortamında ise hemşire liderlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi, hemşirelik mesleğinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir (Scully, 2015).

Liderlik, hemşirenin rolünün birçok yönü aracılığıyla etkisini gösteren hemşirelik uygulamasının önemli bir bileşenidir. Hemşirelikte liderliğin yalnızca yönetimin bir işlevi olmadığı, aynı zamanda profesyonel hemşirelik uygulamalarını kapsamaya gereken önemde olduğu artık açıktır. Hemşirelerin bakım ortamında hastalar ile hastaların aileleriyle ve meslektaşları ile etkileşimleri sırasında liderlik yapmaları gerektiği için hemşirelikte liderlik becerilerine ihtiyaç duyulması hemşire liderlerin önemini arttırmaktadır.

Günümüzde hemşire liderlerin organizasyonlar açısından artan önem sahip olması ise hemşirelikte liderlik ihtiyacını ön plana çıkartmaktadır. Hemşirelikte artan liderlik ihtiyacına paralel olarak, uygulanan mevcut liderlik davranışlarının günümüz gereksinimlerin karşılamada pek sorun yaşandığı ve sağlık hizmetlerinde liderlik rollerini üstlenmeye hazır hemşirelerin yaşadıkları pek çok sıkıntı olduğu bilinmektedir (Curtis, 2011b). Bu açıdan hemşirelik alanında uygulanan liderlik davranışları çalışanların tutum ve davranışları üzerinde doğrudan etki yaratacağı için liderlerin sergilemiş oldukları liderlik davranışlarının önemi daha da artmaktadır.

Curtis, (2011a)'inde belirti gibi liderliğin etkili bir şekilde öğretildiği ve hemşireliğe entegre edildiği organizasyonlarda liderlik olumlu bir etkiye sahiptir. Bu nedenle bu çalışmada çalışanların tutum ve davranışları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olan kapsayıcı liderlik davranışının hemşirelik alanında uygulanması gerek çalışanların tutum ve davranışları üzerinde gerekse de sağlık uygulamalarında olumlu sonuçların alınmasına yol açacaktır. Bu açıdan gerek sektördeki mevcut hemşire liderlerin kapsayıcı liderlik davranışı benimsemesi ve gerekse de hemşirelik eğitiminde de kapsayıcı liderlik davranışlarının benimsenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aslan, H. (2019a). The Mediating Role of Inclusive Leadership in The Effect of Work Engagement on Innovative Work Behavior. *OPUS-International Journal of Society Researches*, 14(20), 1055-1069.
- Aslan, H. (2019b). Mediating Role Of Perceived Organizational Support In Inclusive Leadership's Effect On Innovative Work Behavior. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(5), 2945-2963.
- Aslan, H., Çavuş, F.M., and Kapusuz, G.,A. (2020). The effects of inclusive leadership on job satisfaction: the mediating role of work engagement. *Pacific Business Review International*, 12 (10), 22-29.
- Aslan, H., Mert, I. S., and Sen, C. (2021). The Effect of Inclusive Leadership on the Work Engagement: An Empirical Study from Turkey. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(11), 169-178.
- Bannay, D. F., Hadi, M. J., & Amanah, A. A. (2020). The impact of inclusive leadership behaviors on innovative workplace behavior with an emphasis on the mediating role of work engagement. *Problems and Perspectives in Management*, 18(3), 479.
- Bhutto, T. A., Farooq, R., Talwar, S., Awan, U., & Dhir, A. (2020). Green inclusive leadership and green creativity in the tourism and hospitality sector: serial mediation of green psychological climate and work engagement. *Journal of Sustainable Tourism*, 1-22.
- Bhutto, T. A., Farooq, R., Talwar, S., Awan, U., & Dhir, A. (2021). Green inclusive leadership and green creativity in the tourism and hospitality sector: serial mediation of green psychological climate and work engagement. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(10), 1716-1737.
- Carmeli, A., Reiter-Palmon, R., and Ziv, E. (2010). Inclusive leadership and employee involvement in creative tasks in the workplace: the mediating role of psychological safety. *Creativity Res. J.* 22, 250-260.
- Chen, L., Luo, F., Zhu, X., Huang, X., & Liu, Y. (2020). Inclusive Leadership Promotes Challenge-Oriented Organizational Citizenship Behavior Through the Mediation of Work Engagement and Moderation of Organizational Innovative Atmosphere. *Frontiers in Psychology*, 11.1-11.
- Choi, S. B., Tran, T. B. H., & Kang, S. W. (2017). Inclusive leadership and employee well-being: The mediating role of person-job fit. *Journal of Happiness Studies*, 18(6), 1877-1901.
- Choi, S. B., Tran, T. B. H., & Park, B. I. (2015). Inclusive leadership and work engagement: Mediating roles of affective organizational commitment and creativity. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 43(6), 931-943.

- Curtis, E. A., de Vries, J., & Sheerin, F. K. (2011). Developing leadership in nursing: exploring core factors. *British Journal of Nursing*, 20(5), 306-309.
- Curtis, E. A., Sheerin, F. K., & de Vries, J. (2011). Developing leadership in nursing: the impact of education and training. *British Journal of Nursing*, 20(6), 344-352.
- Eisenberger, R., Huntington, R., Hutchison, S., & Sowa, D. (1986). Perceived organizational support. *Journal of Applied psychology*, 71(3), 500-507.
- Fang, Y. C., Chen, J. Y., Wang, M. J., & Chen, C. Y. (2019). The impact of inclusive leadership on employees' innovative behaviors: the mediation of psychological capital. *Frontiers in psychology*, 10, 1803.
- Hollander, E. P. (2009). *Inclusive leadership: The essential leader-follower relationship*. New York: Routledge.
- Hollander, E. P. (2012). *Inclusive leadership: The essential leader-follower relationship*. New York: Routledge.
- Javed, B., Abdullah, I., Zaffar, M. A., ul Haque, A., & Rubab, U. (2018). Inclusive leadership and innovative work behavior: The role of psychological empowerment. *Journal of Management & Organization*, 25(4), 554-571.
- Javed, B., Fatima, T., Khan, A. K., & Bashir, S. (2021). Impact of inclusive leadership on innovative work behavior: the role of creative self-efficacy. *The Journal of Creative Behavior*, 55(3), 769-782.
- Javed, B., Naqvi, S. M. M. R., Khan, A. K., Arjoon, S., & Tayyeb, H. H. (2019). Impact of inclusive leadership on innovative work behavior: The role of psychological safety. *Journal of Management & Organization*, 25(1), 117-136.
- Khan, J., Jaafar, M., Javed, B., Mubarak, N., & Saudagar, T. (2020). Does inclusive leadership affect project success? The mediating role of perceived psychological empowerment and psychological safety. *International Journal of Managing Projects in Business*.
- Mansoor, A., Farrukh, M., Wu, Y., & Abdul Wahab, S. (2021). Does inclusive leadership incite innovative work behavior?. *Human Systems Management*, 40(1), 93-102.
- Nembhard, I. M., & Edmondson, A. C. (2006). Making it safe: The effects of leader inclusiveness and professional status on psychological safety and improvement efforts in health care teams. *Journal of Organizational Behavior*, 27(7), 941-966.
- Pless, N., & Maak, T. (2004). Building an inclusive diversity culture: Principles, processes and practice. *Journal of Business Ethics*, 54(2), 129-147.
- Qi, L., Liu, B., Wei, X., and Hu, Y. (2019). Impact of inclusive leadership on employee innovative behavior: Perceived organizational support as a mediator. *PloS one*, 14(2), 1-14.

- Randel, A. E., Galvin, B. M., Shore, L. M., Ehrhart, K. H., Chung, B. G., Dean, M. A., & Kedharnath, U. (2018). Inclusive leadership: Realizing positive outcomes through belongingness and being valued for uniqueness. *Human Resource Management Review*, 28(2), 190-203.
- Reiter-Palmon, R., & Illies, J. J. (2004). Leadership and creativity: Understanding leadership from a creative problem-solving perspective. *The Leadership Quarterly*, 15(1), 55-77.
- Scully, N. J. (2015). Leadership in nursing: The importance of recognising inherent values and attributes to secure a positive future for the profession. *Collegian*, 22(4), 439-444.
- Shakil, R. M., Memon, M. A., & Ting, H. (2021). Inclusive leadership and innovative work behaviour: the mediating role of job autonomy. *Quality & Quantity*, 1-15.
- Wang, Y. X., Yang, Y. J., Wang, Y., Su, D., Li, S. W., Zhang, T., & Li, H. P. (2019). The mediating role of inclusive leadership: Work engagement and innovative behaviour among Chinese head nurses. *Journal of nursing management*, 27(4), 688-696.
- Wang, Y. X., Yang, Y. J., Wang, Y., Su, D., Li, S. W., Zhang, T., & Li, H. P. (2019). The Mediating Role of Inclusive Leadership: Work Engagement and Innovative Behavior among Chinese Head Nurses. *Journal of nursing management*. 27, 688–696.
- Ye, Q., Wang, D., & Guo, W. (2019). Inclusive leadership and team innovation: The role of team voice and performance pressure. *European Management Journal*, 37(4), 468-480.
- Ye, Q., Wang, D., & Li, X. (2018). Promoting employees' learning from errors by inclusive leadership: Do positive mood and gender matter?. *Baltic Journal of Management*. 13(1), 125-142.
- Zeng, H., Zhao, L., & Zhao, Y. (2020). Inclusive leadership and taking-charge behavior: roles of psychological safety and thriving at work. *Frontiers in psychology*, 11, 62, 1-11.
- Zeng, H., Zhao, L., & Zhao, Y. (2020). Inclusive leadership and taking-charge behavior: roles of psychological safety and thriving at work. *Frontiers in psychology*, 11, 62.
- Zhao, F., Ahmed, F., & Faraz, N. A. (2020). Caring for the caregiver during COVID-19 outbreak: Does inclusive leadership improve psychological safety and curb psychological distress? A cross-sectional study. *International journal of nursing studies*, 110, 103725.

Bölüm 3

FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI ÜRÜNLERİ: ÖZELLİKLERİ VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Sema AĞAOĞLU¹

Seyda ŞAHİN²

Tuğba DEMİR³

1 Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU^{1a}, Doç. Dr. Seyda ŞAHİN^{1b}, Dr. Öğr. Üyesi Tuğba DEMİR

2 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Sivas/TÜRKİYE. ^a0000-0001-5252-8040 ^b0000-0002-8173-7818 ^c0000-0002-5195-9372

3 Sorumlu Yazar; tugba@cumhuriyet.edu.tr

Arıcılık, dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak yapılan, ekonomik yönden getirisi olan tarımsal bir faaliyettir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2019 yılı dünya bal üretimi 1.852.598 ton, kovan sayısı 90.116 (bin adet) olup, kovan başına verim 20.7 kg olarak belirlenmiştir. Kovan varlığı yönünden Hindistan ilk sırada (12.247), Çin ikinci (9.088), Türkiye üçüncü (8.128), İran dördüncü (7.517) ve Etiyopya beşinci (6.220) sırada yer almaktadır. 2019 yılında bal üretimi Çin’de 444.100 ton, Kanada’da 80.345 ton, İran’da 75.463 ton ve Hindistan’da 67.141 ton olarak gerçekleşmiştir. Kovan başına bal verimi Çin’de 48.9 kg, Kanada’da 56.6 kg, Hindistan’da 5.5 kg, Portekiz’de 56.3 kg, Uruguay’da 42.4 kg ve Brezilya’da 41.1 kg olarak bildirilmiştir (TEPGE, 2020).

Türkiye bal üretimi yönünden Çin’den sonra 2. sırada yer almaktadır. Ege bölgesi başta olmak üzere, Doğu Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri bitki florası yönünden arıcılığa uygundur. TÜİK verilerine göre; ülkemizde 2018 yılında toplam kovan sayısı 8.108.424 adet, bal üretimi 107.920 ton, kovan başına bal verimi ise 13.3 kg olarak belirlenmiştir. 2019 yılında kovan sayısı 8.128.360 adet, bal üretimi 109.330 ton, kovan başına verim 13.5 kg olup; 2020 yılında kovan sayısı 8.179.085 adet, bal üretimi ise önceki yıla oranla %4.8 azalarak 104.077 ton olarak bildirilmiştir. Bal üretimi il genelinde incelendiğinde; 2020 yılında Türkiye’de toplam bal üretiminde %16.5’lik paya sahip olan Ordu 17.213 ton üretim ile birinci sırada, Adana (%11.7’lik pay) 12.172 ton ile ikinci, Muğla (%13.4’lük pay) 6.104 ton üretim ile üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde kişi başı bal tüketimi 1 kg’ın üzerindedir. Bu miktar dünyada 0.05 kg, AB ülkelerinde 0.7 kg, Çin’de 0.2 kg, Yeni Zelanda’da 0.9 kg ve ABD’de 0.6 kg’dır (TEPGE, 2020).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’nde bal; “Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları (*Apis mellifera* L.) tarafından toplanması, bileşimlerinin değiştirilip petek gözlemlere depo edilmesi ve olgunlaşması sonucunda oluşan doğal bir gıda” olarak tanımlanmıştır (TGK, 2020).

Ballar kaynağına göre; çiçek balı (nektar balı), salgı balı (çam balı), zehirli bal (deli bal), yapay bal, besleme bal ve ekspres bal; üretim ve pazar şekline göre petekli bal, doğal petekli bal, karakovan balı, süzme bal, petekli süzme bal, sızma bal, pres balı ve filtre edilmiş bal; renklerine göre su beyazı, ekstra beyaz, ekstra açık amber ve koyu renk şeklinde sınıflandırılmaktadır (TGK, 2020).

Üretim yapılan bölgenin iklimi ve bitki florası balın bileşimi üzerinde etkilidir. Bal genel olarak %80 şeker ve %17 su içerir. Geri kalan %3’lük kısım mineral maddeler, vitaminler, aminoasitler, renk maddeleri ve en-

zimlerden oluşur. Balın rengi içerdiği bitki pigmentlerine bağlı olarak, su beyazından koyu amber renge kadar değişiklik gösterir. Bal doğal bir tatlandırıcıdır. Bileşiminde yaklaşık 15 farklı çeşitte şeker bulunur. Kuru maddenin %95-99'unu değişik şekerler oluşturur. Balda glikoz ve früktoz oranı daha fazladır. Bal; yüksek şeker konsantrasyonu, düşük su aktivitesi ve asit yapıda (pH 3-4) olması nedeniyle mikrobiyal gelişmeye uygun değildir. Antioksidan özelliği yapısında bulunan fenolik bileşiklerden (flavonoidler, fenolik asit) kaynaklanır (Mutlu ve ark., 2017; TGK, 2020).

Enzimler balda önemli bir kalite kriteridir. Amilaz (diastaz), invertaz (sakkaraz), katalaz, fosfataz ve glikoz oksidaz balda bulunan temel enzimlerdir. Isıtılmamış ballarda enzim düzeyi daha yüksektir. Balda mineral madde miktarı kaynağına bağlı olarak 02-1.03 g/100 g arasında değişir. Salgı balları mineral yönünden daha zengindir. Balın aminoasit içeriği kalite ve botanik orijini yönünden önem taşır. Balda bulunan toplam serbest aminoasitlerin %50'sini prolin oluşturur. Prolin miktarı balın olgunlaşma düzeyini gösteren önemli bir parametredir (TGK, 2020).

Bal doğal enerji kaynağıdır. Yüz gram bal 304 kcal enerji sağlar. Di-yabet ve alerjisi olanlar ile bir yaş altındaki çocuklar dışında, her yaş grubunda tüketilebilen doğal bir besindir. Bal ve diğer arı ürünleri (ham bal, arı sütü, polen, propolis ve arı zehiri) gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde, bazı hastalıkların tedavisinde (apiterapi) geniş bir kullanım alanına sahiptir (Mutlu ve ark., 2017).

Bal arıları tarafından üretilen ürünler, arının doğadan toplayıp kendi salgılarını eklediği ya da vücut salgılarından ve direk arının kendisinden elde edilen ürünler olmak üzere iki grup altında özetlenebilir. Birinci grupta bal, arı poleni, arı ekmeği ve propolis; ikinci grupta ise arı sütü, bal mumu, arı zehri ve arı larvası (apilarnil) bulunmaktadır (Schmidt, 1996).

Bu çeşitliliğe rağmen arı ürünleri denince akla ilk gelen ve en çok bilinen ürün baldır. Baldan sonra bilinirliği en yüksek ürünler polen ve propolis olmakla birlikte, bala kıyasla çok daha az bilinmekte ve tüketilmektedir. Ayrıca bilinirlik ve kullanımlarının eğitim, gelir düzeyi ve yaş gibi bazı demografik özelliklere bağlı olarak değiştiği de bildirilmiştir (Niyaz ve Demirbaş, 2017).

Çiçekli bitkilerden toplanarak arıların arka bacağına depolanan polen yükleri 'arı poleni' olarak bilinmektedir. Arı poleni 'apicultural pollen', 'corbicular pollen' ve 'bee collected pollen' olarak farklı şekillerde de tanımlanmıştır (Kňazovická ve ark., 2021).

Kovan içerisinde bulunan polenin arılar tarafından aktif olarak değerlendirilmesi için fermentasyon prosesinden geçmesi gerekmektedir. Bunun için petek gözlerine depolanan polenler, işçi arılar tarafından sıkıştırılır,

üzerine bir miktar sindirim içeriği ve bal eklendikten sonra petekler balmumu ile kapatılır (Nagai ve ark., 2004; Silici, 2014).

Arı poleni proteinler başta olmak üzere; çeşitli aminoasitler, karbonhidratlar, doymuş ve doymamış yağ asitleri, lipidler, steroller, vitaminler, terpenler, fenolik bileşikler, enzimler ve mineral maddeler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Conte ve ark., 2017).

Arı ekmeği ve arı poleninin içeriği benzer olmakla birlikte, fermentasyon sonucu oluşan yan ürünler iki ürünün içeriğinde farklılık oluşmasına neden olabilmektedir (Nagai ve ark., 2004). Arı ekmeğinin yapısında da proteinler, aminoasitler, yağ asitleri, lipidler, steroller, enzimler, mineraler, vitaminler ve fenolik maddeler bulunmaktadır. Buna ek olarak, arı ekmeği içerdiği baldan dolayı daha fazla karbonhidrat ve bal arısından gelen hormonları da içermektedir (Silici, 2014). Arı ekmeğinin, polene göre daha fazla K vitamini, lif ve indirgenmiş şeker içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca içeriğinde bulunan laktik asit bakterileri ve *Bifidobakterium*'lar nişastayı parçalayarak arı ekmeğinin daha az nişasta içermesine neden olmaktadır (Ivanišová ve ark., 2015).

Deli bal, toksin içeren bitki nektarlarının bal arıları tarafından toplanarak dehidre edilmesi ve olgunlaştırılması sonucunda oluşan doğal bir üründür. Halk arasında zehirli bal, acı bal, tutan bal, komar balı, tıbbi bal ve orman gülü balı olarak ta bilinir. Deli bala daha çok Karadeniz bölgesinde, özellikle Samsun ve Kastamonu yörelerinde rastlanmaktadır (Sıralı ve Cınbıtlıoğlu, 2018).

Bal zehirlenmesinde etken madde grayanotoksin (andromedotoksin, asetillandrometol, rodotoksin, asebotoksin) olarak adlandırılan bir alkaloit'tir. Grayanotoksinler, orman gülü (*Rhododendron* spp.) bitkisinin gövde, çiçek, polen, nektar ve yaprak kısımlarında bulunurlar. Bu toksinler hücre membranlarında sodyum kanallarına bağlanarak etki gösterirler. Toksin balın bekletilmesi ya da kaynatılması ile etkisini kaybeder. Deli bal, geleneksel tıpta bazı hastalıkların tedavisinde (ağrı kesici, yüksek tansiyon, astım, bronşit, ülser) alternatif olarakta kullanılmaktadır (Gündüz ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2017).

Fundagiller (*Ericaceae*) familyasında yer alan orman gülleri (açelyalar) Karadeniz bölgesinin dağlık kesimlerinde, geniş bir alanda doğal olarak yetişmektedir. Bu familyada bulunan zehirli türlerden mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.) ve sarı çiçekli orman gülü (*Rhododendron luteum* L.) karadeniz sahili boyunca yaygın bir dağılım gösterir (Gündüz ve ark., 2011; Sıralı ve Cınbıtlıoğlu, 2018).

Deli bal zehirlenmesinde hastalık bulguları bal tüketiminden 1-3 saat sonra ortaya çıkar. 50-100 gram bal yetişkinler için toksik özellik gösterir.

Ateş, baş ağrısı, ağız çevresi ve boğazda yanma, baş dönmesi, terleme, kramp şeklinde karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, ishal, deride ve gözlerde kızarıklık, görmede bulanıklık ya da geçici körlük, kol ve bacaklarda felç, düşük tansiyon ve kalp ritminde bozukluklar başlıca bulgulardır. Hafif seyreden olgularda 12-24 saat içerisinde iyileşme görülür. Ciddi zehirlenmelerde ise semptomatik tedavi uygulanır (Aksoy ve ark., 2013; Uğur ve ark., 2015).

Propolis; bal arıları (*A. mellifera* L.) tarafından farklı ağaç (çam, meşe, huş, okaliptüs, kavak ve kestane gibi) ve bitkilerden (yaprak, sap ve tomurcuk) toplanan reçinemsı maddelerin bal mumu ve arıların kendi enzimleriyle (β -glukosidaz) birleştirerek oluşturdukları bir üründür (Gardana ve ark., 2007). Propolisin rengi toplandığı bölgeye, bekleme süresine ve bitki kaynağına bağlı olarak sarı yeşilden, kırmızı, koyu kahverengi ve siyaha yakın değişen renktedir. Fiziksel yapısı soğukta sert kırılğan, oda sıcaklığında yumuşak ve yapışkan olup, kendine has karakteristik kokuda organik bir maddedir (Şahinler ve Kaftanoğlu, 2005; Silici, 2019).

Propolisin kimyasal bileşimi çok çeşitli biyoaktif madde içermektedir. Bu kimyasal maddeler kaynağına bağlı olarak farklılık gösterse de ham propoliste 300'den fazla bileşen olduğu bildirilmektedir. Propoliste bulunan en önemli bileşik grubu fenolik asitler ve flavonoidlerden oluşmaktadır (Huang ve ark., 2014). Ayrıca yapısında alkoller, aldehitler, ketonlar, terpenler, kumarinler, steroidler, aminoasitler, yağ asitleri, mineraller, vitaminler ve enzimler gibi bileşikler de bulunmaktadır (Kumova ve ark., 2002). Propolisin kimyasal kompozisyonu coğrafi koşullar, bitki kaynağı, mevsim, yükseklik ve iklime göre değişiklik göstermektedir (Popova ve ark., 2007; Keskin ve ark., 2020). Bazı değişiklikler içerse de propolis genel olarak %45-50 reçine, %30 balmumu, %10 esansiyel ve aromatik yağlar, %5 polen, %5 organik bileşikler ve mineral maddelerden oluşmaktadır (Park ve ark., 2002).

Propolis kovanda arılar tarafından çok çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Propolisin; kovandaki çatlak ve yarıkları kapatarak ortamın nem ve ısısının ayarlanması, kovandan atılamayacak büyüklükte olan yabancı canlıların mumyalanarak kokuşmasının engellenmesi, kovanın bakteri, mantar, küf ve virüs gibi patojenlere karşı korunması gibi işlevleri bulunmaktadır. Ayrıca, petek gözlerinin temizliğinde, kraliçe arının bıraktığı yumurtanın steril bir ortamda gelişmesinde ve yavrunun korunmasında etkili olmaktadır (Silici, 2019).

Propolis; ilk kez Yunanlılar tarafından keşfedilerek doğal bir antibiyotik olarak kullanılmıştır. Propolis; pro (önde veya girişte) ve polis (şehir) kelimesinden türetilmiş olup Yunanca “şehrin savunması” anlamına gelmektedir (Bankova ve ark., 2000). Propolisin Mısırlılar, Persler ve Ro-

malılar tarafından ölümlerin mumyalanmasında, aromatik bitkilerle parfüm olarak, yara ve mide ülserlerinin tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir.

Yapılan çalışmalarda (De Barros ve ark., 2008; El Sayed ve ark., 2009; Temiz ve ark., 2011; Chan ve ark., 2013; Ripari ve ark., 2021; Özkök ve ark., 2021); propolisin antimikrobiyal, antioksidan, antikanser, antiülser, antidiabetik, antiinflamatuvar, antifungal, antiviral ve immun sistemi uyarıcı etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Propolis, geleneksel ve tamamlayıcı tıp alanında arı ürünleri (bal, arı sütü, polen, arı ekmeği ve arı zehiri) ile tedavide (Apiterapi) de kullanılmaktadır (Ulusoy, 2012). Ayrıca; kozmetik ve gıda gibi çeşitli endüstri dallarında kullanımı son zamanlarda gündeme gelmiş ve araştırmalar propolisin tıp dışındaki alanlarda kullanımına yönelmiştir. Son yıllarda daha çok biyolojik, farmakolojik ve terapötik etkileri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Keskin ve ark., 2020; Özkök ve ark., 2021; Ripari ve ark., 2021).

Propolisin; antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan özellikleri nedeniyle gıda teknolojisinde kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Nitekim, sosislere katılan propolis özütünün mikrobiyel yükte azalmaya neden olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ali ve ark., 2010; El-Mossalami ve ark., 2013; Viera ve ark., 2016). El-Mossalami ve ark. (2013) tarafından Mısır'da yapılan çalışmada, taze sosislere katılan propolis özütünün (600 mg/kg) proteolitik, lipolitik mikroorganizma ve maya-küf sayısını azalttığı ortaya konmuştur. Araştırmacılar ayrıca propolisin ürünün duyuşal kalite özelliklerini olumsuz etkilemediği ve son üründe lipid oksidasyonunu kontrol etmede etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, taze sosislere %0,6 oranında katılan propolis özütünün kontrol grubuna göre proteolitik, lipolitik mikroorganizma ve maya-küf sayısını azalttığı belirtilmiştir (Ali ve ark., 2010). Araştırmacılar, propolisi taze sosis işlemede koruyucu olarak tavsiye etmişlerdir. Viera ve ark. (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Toskana tipi sosislere %2 oranında propolis ilavesinin, mezofilik ve psikrotrof mikroorganizma sayısını azalttığı, *Staphylococcus aureus* ve toplam koliform mikroorganizmalar üzerinde ise etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada, 4 hafta süreyle depolanan domuz sosislerine %0,4, %0,6 ve %0,8'lik propolis ekstraktı ve %0,1'lik potasyum sorbat ilave edilerek muhafaza süresi incelenmiştir. Propolis ile muamele edilen et ürünlerinin muhafaza süresinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, %0,4 propolis ekstraktı kullanılan etlerde tiyobarbütirik asit (TBA) ve malondialdehit (MDA) artışı en düşük düzeyde bulunmuştur (Han ve Park, 2002).

Mısır'da yapılan bir çalışmada, farklı propolis konsantrasyonunun (250, 500 ve 1000 ppm) Ras (Rumi) peyniri yüzeyine uygulanmasının *As-*

pergillus versicolor'un gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Peynirin 90 günlük olgunlaşma süreci sonunda, 1000 ppm konsantrasyonundaki propolisin küf ve sterigmatosistini üremesini durdurduğu gösterilmiştir. En yüksek konsantrasyondaki propolis uygulanması küf gelişimi ve toksin üretimini tamamen durdururken, kontrol grubunda küf gelişimine orantılı olarak toksin üretildiği belirtilmiştir (Aly ve Elewa, 2007).

Ayrıca, antifungal etkinliği nedeniyle meyve sularının raf ömrünü artırmak için propolis katılan çalışmalar bulunmaktadır. Koç ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, pastörize edilmemiş meyve sularına (elma, portakal, üzüm ve mandalina) 0,01 ila 0,375 mg/mL miktarında propolis özütü ilavesinin, bozulma mayalarının (*Candida famata*, *C. glabrata*, *C. kefir*, *C. pelliculosa*, *C. parapsilosis* ve *Pichia ohmeri*) gelişimini tamamen engellediği bildirilmiştir. Benzer şekilde elma suyu ve nar suyuna katılan propolis ekstraktının maya ve küf gelişimini engellediği bildirilmiştir (Kahramanoğlu ve Usanmaz, 2007; Silici ve Karaman, 2014).

Propolisin çeşitli et, et ürünü ve balık ürünlerinde antioksidan olarak kullanıldığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. İtalya'da yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda propolisin İtalyan tipi salamalarda fiziko-kimyasal, mikrobiyal, lipid oksidasyonu ve duyuşsal özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Propolis, salam örneklerinde renk, pH, ağırlık kaybı ve su aktivitesi üzerine olumsuz bir etki oluşturmazken, depolama süresi boyunca oksidasyonu önlediği, ancak duyuşsal testlerde daha düşük sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Bernardi ve ark., 2013).

Başka bir çalışmada ise, salamlara katılan yapay antioksidan olan bütül hidroksi tolüen (BHT) ile propolisin antioksidan etkileri karşılaştırılmıştır. Propolis katılan örneklerde fermantasyon süresi boyunca daha düşük oksidasyon gözlemlendiği bildirilmiştir (Kunrath ve ark., 2017). Burger etine 0.3 g/kg oranında ilave edilen mikrokapsüllenmiş propolisin, lipid oksidasyonu üzerinde sentetik bir antioksidan olan sodyum eritrat'a göre daha güçlü inhibitör etki oluşturduğu belirlenmiştir (dos Reis ve ark., 2017).

Son yıllarda gıdaların uzun süre korunması amacıyla propolisin filmlere veya gıda kaplamalarına katılması uygulanmaya başlanmıştır. Yapılan bir tez çalışmasında, gıda kaplama materyali olan kitosanın propolis ve kekik yağı ile hazırlanan farklı kombinasyonlarının uygulandığı tavuk göğüs etlerinin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Kaplama materyaline ilave edilen propolis ve kekik yağının toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofil aerobik bakteri, *Lactobacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp.'nin üremesini yavaşlattığı bildirilmiştir. Ayrıca, kaplama materyaline ilave edilen propolis ve kekik yağının depolama süresince yağ oksidasyonunu yavaşlattığı da belirtilmiştir (Ghebleh, 2019).

Propolisin, Yeni Tıp Korona Virüs Salgınında (Covid-19) korona virüsü üzerine etkili olduğu birçok bilim insanı tarafından tespit edilmiştir (Bachevski ve ark., 2020; Berretta ve ark., 2020; Miryan ve ark., 2020; Ripari ve ark., 2021). Propolis ve bazı bileşenlerinin SARS-CoV-2'nin neden olduğu hastalığın fizyopatolojisinde; virüsün hücreye girmesiyle monositlerin/makrofajların immünomodülasyonuna (IL-1beta ve IL-6 üretiminin azaltılması ve immüne edilmesi), transkripsiyon faktörlerinin, NF-KB ve JAK2/STAT3'ün azaltılmasına, inflamatuvar aktivitelerin neden olduğu fibrozu gösteren PAK1'in bloke edilmesine, TMPRSS2 ekspresyonu ve ACE2'nin azaltılmasına neden olduğu belirtilmektedir. Apiterapide özellikle propolis ve bileşenleri SARS-CoV-2 enfeksiyonunun fizyopatolojik sonuçlarını azaltmaya yardımcı olabilecek potansiyel aday olarak dikkat çekmektedir (Silici ve Özcan, 2021).

Türkiye'de yapılan yeni bir çalışmada, iki ayrı tıp fakültesi acil servis kliniğinde Covid-19 bulaşma riski yüksek olan 209 sağlık çalışanında (doktor, hemşire ve tıbbi sekreter) %30'luk propolisin koruyucu etkisi değerlendirilmiştir. Çalışanlar iki gruba ayrılmış, bir gruba bir ay boyunca düzenli olarak her gün %30'luk 40 damla propolis verilirken, diğer gruba verilmemiştir. Yapılan bu çalışmada, propolisin Covid-19 enfeksiyonuna karşı %98 oranında koruyuculuk gösterdiği bildirilmiştir (Bilir ve ark., 2021).

Balın antimikrobiyal özellik göstermesinin insan sağlığı açısından önemi; gıda patojenleri ve bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesini baskılaması ve enfeksiyonların iyileşmesine yardımcı olmasından ileri gelmektedir. Balın antimikrobiyal etki mekanizmasının, düşük su aktivitesi ve yüksek asitlik değerlerine sahip olmasının yanı sıra hidrojen peroksit, flavonoid ve fenolik asit gibi biyoaktif bileşikler de yapısında bulundurmasından kaynaklandığı birçok çalışmada vurgulanmıştır. Bal sahip olduğu bu etki mekanizması sayesinde, insanlarda hastalık yapan patojen bakterilerin gelişmesini inaktive etmektedir (Aksoy ve Dığrak, 2006; Karadal ve Yıldırım, 2012).

Literatürde balın yalnızca bakterilere karşı değil aynı zamanda virüs, mantar ve parazitlere karşı da inhibe edici özelliklerini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada, hidatik kiste (ekino kokkoz) yol açan *Echinococcus granulosus* paraziti üzerine uygulanan %10'luk (v/v) balın üçüncü dakikadan itibaren inhibe ettiği rapor edilmiştir (Mutlu ve ark., 2017). Farklı bir çalışmada ise, Bingöl yöresinden toplanan bal örneklerinde antimikrobiyal aktivite araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarında, 0.1 mL bal örneğinin *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus brevis* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi bakteri türleri ile *Candida albicans* ve *Rhodotorula rubra* gibi mantar türlerinin gelişimini inhibe ettiği belirtilmiştir (Aksoy ve Dığrak, 2006).

Arı ürünlerinin yapısında bulunan fitokimyasal bileşiklerin biyoaktif özellikleri, yapılan birçok çalışma ile vurgulanmıştır. Antioksidan aktivitelerinin yanında, metal iyonlarını şelatlaştırıcı, detoksifiye enzimleri uyarak tümör gelişimini başlatan ve destekleyen transkripsiyon faktörlerini inhibe edici özelliğe sahiptir (Verma ve ark., 2009). Aynı zamanda dejeneratif hastalıkları önleyici, antialerjenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antitrombotik (kanın pıhtılaşmasını önleyici), antikanserojen, antiaterojen (damar sertliğini önleyici), antiülser ve vasodilatör (kan damarlarını genişletici) ajan olarak görev yapmaktadır (Cemeroğlu, 2004; Verma ve ark., 2009).

Gıda bileşenleri ile atmosferde bulunan oksijen arasında gerçekleşen oksidasyon reaksiyonu, gıdalarda çoğunlukla besin değerinin azalması ile birlikte renk, tat ve koku değişimi gibi istenmeyen sorunlara da neden olabilmektedir. Arı ürünlerinde doğal olarak bulunabilen veya dışarıdan ilave edilen ve oksidasyon reaksiyonlarını engelleyen maddeler genel olarak antioksidan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bal doğal olarak antioksidan özelliği olan bir gıdadır (Köksel, 2007).

Bal ve diğer arı ürünlerinin yapısında bulunan çoklu biyoaktif bileşiklerin metabolik yararlanımı birçok çalışmada vurgulanmaktadır. İnsan vücudundaki antioksidan dengesi yaş, çevre kirliliği, yorgunluk, aşırı kalori alımı ve yüksek yağlı diyetler gibi faktörler nedeniyle değişebilmektedir. Oksidasyonun engellenmesi, gerekse geciktirilmesi için vücut fenolik bileşikler, karotenoidler, C ve E vitaminleri gibi eksojen kaynaklı antioksidanlara ihtiyaç duymaktadır (Samaranayaka ve ark., 2011). Bu maddeler, canlılarda serbest radikalleri nötralize ederek, hücrelerin bu radikallerden etkilenmesini ve tümör gelişimini önlerler. Böylece yaşlılık faktörlerinin en az seviyede olduğu kaliteli bir yaşam sağlamaktadırlar (Yıldız ve Bay-sal, 2003).

Oksijen aerobik solunum yapan organizmalar için oldukça hayati, fakat bir o kadar da toksik bir maddedir. Canlılardaki döngüsel reaksiyonlar ve oksijenin biyokimyasal tepkimelerde kullanılabilmesi için metabolik ve fizyolojik faaliyetler sırasında serbest ve reaktif oksijen radikalleri (ROS) oluşmaktadır. Oksijen, aerobik solunum yapan organizmalar için oldukça hayati, fakat bir o kadar da toksik bir maddedir (Verma ve ark., 2009). Bunun yanında kirlilik, kimyasallara maruz kalma, radyasyon, uyuşturucu maddeler gibi dış kaynaklı faktörler de hücrelerdeki ROS'ların oluşumunu hızlandırabilmektedir (Meral ve ark., 2012). Kararsız yapıda olan bu radikaller hücrelerdeki biyomoleküller (lipidler, proteinler ve nükleik asitler) ve diğer reaktiflerle etkileşime girerek, zincir reaksiyonları başlatabilir ve oksidasyona sebep olabilirler (Verma ve ark., 2009). Zaman içerisinde hücrelerde biriken ROS'lar oksidatif stres ve buna bağlı olarak metabolik bozukluklar, yaşlanma, kronik kalp hastalıkları, kanser ve çeşitli dejene-

ratif hastalıklara zemin hazırlamaktadır (Clarkson ve Thompson, 2000).

Antioksidanlar ise hücrelerde bulunan ROS'ların zararlı etkilerini ortadan kaldıran maddelerdir. Polifenoller, bazı vitaminler, vitamin ön maddeleri, karotenoidler, mineraller, pigment ve enzimler antioksidan özelliğe sahip bileşiklerdir (Yılmaz, 2010). Yapılan birçok araştırma, arı ürünlerinin oldukça önemli ve doğal antioksidanları içerdiğini ortaya çıkarmıştır. Her arı ürününün antioksidan kapasitesi başta bitkisel orijini olmak üzere, temin edildiği bölgenin coğrafi ve iklimsel özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Arı poleni ve arı ekmeği polifenolik maddeler, vitaminler ve pigmentler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Silici, 2014; Bobiş ve ark., 2017).

Sonuç olarak, fonksiyonel gıda olarak arı ürünlerinin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri yapılan birçok çalışmada vurgulanmıştır. Arı ürünleri; içeriğinde bulunan çeşitli sekonder metabolitlerin biyolojik aktivitelerinden (antioksidan, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, anti-kanser ve antiülser) dolayı, kullanımı gittikçe artan doğal bir gıda maddesidir. Arı ürünlerinin, geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde alternatif olarak kullanılması doğal ve ekonomik bir uygulamadır.

Kaynakça

- Aksoy, F., Baş, H.A., Özaydın, M., Arslan, A., Kapçı, M. (2013). Deli bal zehirlenmesi; olgu sunumu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 20(4):155-157.
- Aksoy, Z., & Dıgırak, M. (2006). Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 471-478.
- Ali, F.H., Kassem, G.M., & Atta-Alla, O.A. (2010). Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Veterinaria Italiana*, 46(2), 167-172.
- Aly, S.A., & Elewa, N.A. (2007). The effect of Egyptian honeybee propolis on the growth of *Aspergillus versicolor* and sterigmatocystin biosynthesis in Ras cheese. *Journal of Dairy Research*, 74(1), 74-78.
- Bachevski, D., Damevska, K., Simeonovski, V., & Dimova, M. (2020). Back to the basics: Propolis and COVID-19. *Dermatologic Therapy*, 33(4), e13780.
- Bankova, V.S., de Castro, S.L., & Marcucci, M.C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31(1), 3-15.
- Bernardi, S., Favaro-Trindade, C.S., Trindade, M.A., Balieiro, J.C.C., Cavenaghi, A.D., & Contreras-Castillo, C.J. (2013). Italian-type salami with propolis as antioxidant. *Italian Journal of Food Science*, 25(4).
- Berretta, A.A., Silveira, M.A.D., Capcha, J.M.C., & De Jong, D. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19. *Biomed Pharmacother*, 131:110622.
- Bilir, O., Kocak, A.O., & Atas, I. (2021). Evaluation of the effect of Anatolian propolis on Covid-19 in healthcare professionals: Effect of Anatolian propolis on Covid-19. *Science Open Preprints*.
- Bobış, O., Dezmirean, D., Mărghițaș, L. A., Bonta, V., Mărgăoan, R., Pașca, C., ... & Singh Bandharı, P. (2017). Beebread from *Apis mellifera* and *Apis dorsata*. Comparative Chemical Composition and Bioactivity. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies*, 74(1), 43-50.
- Cemeroğlu B. 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35: 77-88 s, Ankara.
- Chan, G.C.F., Cheung, K.W., & Sze, D.M.Y. (2013). The immunomodulatory and anticancer properties of propolis. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 44(3), 262-273.
- Clarkson, P. M., & Thompson, H. S. (2000). Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 637S-646S.

- Conte, G., Benelli, G., Serra, A., Signorini, F., Bientinesi, M., Nicoletta, C., Mele, M., & Canale, A. (2017). Lipid characterization of chestnut and willow honeybee-collected pollen: Impact of freeze-drying and microwave-assisted drying. *Journal of Food Composition and Analysis*, 55, 12-19.
- De Barros, M.P., Lemos, M., Maistro, E.L., Leite, M.F., Sousa, J.P.B., Bastos, J.K., & de Andrade, S.F. (2008). Evaluation of antiulcer activity of the main phenolic acids found in Brazilian green propolis. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(3), 372-377.
- dos Reis, A.S., Diedrich, C., de Moura, C., Pereira, D., de Flório Almeida, J., da Silva, L. D., ... & Carpes, S.T. (2017). Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at -15° C. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 306-313.
- El-Mossalami, H., & Abdel-Hakeim, Y.A. (2013). Using of propolis extract as a trial to extend the shelf-life and improving the quality criteria of fresh Egyptian sausage. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 59(139), 23-33.
- El-Sayed, E.S.M., Abo-Salem, O.M., Aly, H.A., & Mansour, A.M. (2009). Potential antidiabetic and hypolipidemic effects of propolis extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22(2).
- Gardana, C., Scaglianti, M., Pietta, P., & Simonetti, P. (2007). Analysis of the polyphenolic fraction of propolis from different sources by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 45(3), 390-399.
- Ghebleh, F. (2019). Propolis ve kekik yağı katkılı kitosan kaplamanın tavuk göğüs eti kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi (Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, s: 53).
- Gündüz, A., Türedi, S., Ayaz, F.A. (2011). Balın İçindeki Zehir: Grayanotoxin. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, 95-96.
- Han, S.K., & Park, H.K. (2002). Accumulation of thiobarbituric acid-reactive substances in cured pork sausages treated with propolis extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(13), 1487-1489.
- Huang, S., Zhang, C.P., Wang, K., Li, G.Q., & Hu, F.L. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*, 19(12), 19610-19632.
- Ivanišová, E., Kačániová, M., Frančáková, H., Petrová, J., Hutková, J., Brovarskyi, V., Velychko, S., Adamchuk, L., Schubertová, Z., & Musilová, J. (2015). Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 9(1), 592-598.
- Kahramanoglu, I., & Usanmaz, S. (2017). Effects of propolis and black seed oil on the shelf life of freshly squeezed pomegranate juice. *Food Science Nutrition*, 1(2), 114-121.

- Karadal, F., & Yıldırım, Y. (2012). Balın kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(3), 197-209.
- Keskin, Ş., Yatanaslan, L., & Karlıdağ, S. (2020). Farklı illerden toplanan propolis örneklerinin kimyasal karakterizasyonu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(1), 81-88.
- Kňazovická, V., Mašková, Z., Vlková, E., Švejstl, R., Salmonová, H., Ivanišová, E., & Kačániová, M. (2021). Pollen CAN-Testing of bee pollen fermentation in model conditions. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 805-811.
- Koc, A.N., Silici, S., Mutlu-Sariguzel, F., & Sagdic, O. (2007). Antifungal activity of propolis in four different fruit juices. *Food Technology and Biotechnology*, 45(1), 57-61.
- Köksel, H., 2007. Karbonhidratlar. Gıda Kimyası, Editör İ. Saldamlı, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları* 3. Baskı, Ankara, 72-77s.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı BC., & Ceyran G. (2002). Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(2), 10-24.
- Kunrath, C.A., Savoldi, D.C., Mileski, J.P.F., Novello, C. R., Alfaro, A.D.T., Marchi, J.F., & Tonial, I.B. (2017). Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20.
- Meral, R., Doğan, İ. S., & Kanberoğlu, G. S. (2012). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak antioksidanlar. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2), 45-50.
- Miryan, M., Soleimani, D., Dehghani, L., Sohrabi, K., Khorvash, F., Bagherniya, M., ... & Askari, G. (2020). The effect of propolis supplementation on clinical symptoms in patients with coronavirus (COVID-19): A structured summary of a study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*, 21(1), 1-2.
- Mutlu, C., Erbaş, M., Tontul, S.A. (2017). Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 15(1):75-83.
- Nagai, T., Nagashima, T., Myoda, T., & Inoue, R. (2004). Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Food/nahrung*, 48(3), 226-229.
- Niyaz, Ö. C., & Demirbaş, N. (2017). Arı ürünleri tüketicilerinin genel özellikleri ve tüketim tercihleri: Çanakkale ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 255-262.
- Özkök, A., Keskin, M., Samancı, A.E.T., Önder, E.Y., & Takma, Ç. (2021). Determination of antioxidant activity and phenolic compounds for basic standardization of Turkish propolis. *Applied Biological Chemistry*, 64(1), 1-10.

- Park, Y.K., Alencar, S.M., & Aguiar, C.L. (2002). Botanical origin and chemical composition of Brazilian propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9), 2502-2506.
- Popova, M.P., Bankova, V.S., Bogdanov, S., Tsvetkova, I., Naydenski, C., Marcuzzan, G.L., & Sabatini, A.G. (2007). Chemical characteristics of poplar type propolis of different geographic origin. *Apidologie*, 38(3), 306-311.
- Ripari, N., Sartori, A.A., da Silva Honorio, M., Conte, F.L., Tasca, K.I., Santiago, K.B., & Sforcin, J.M. (2021). Propolis antiviral and immunomodulatory activity: a review and perspectives for COVID-19 treatment. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 73(3), 281-299.
- Sahinler, N., & Kaftanoglu, O. (2005). Natural product propolis: chemical composition. *Natural Product Research*, 19(2), 183-188.
- Samaranayaka, A. G., & Li-Chan, E. C. (2011). Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications. *Journal of functional foods*, 3(4), 229-254.
- Schmidt, J., Bee Products: Chemical Composition and Application. Bee Products, Properties, Applications, and Apitherapy, The Conference on Bee Products Section 2, Proceedings Of An International Conference on Bee Products: Properties, Applications and Apitherapy, 1996, 26-30.
- Sıralı, R., & Cınbıtoğlu, Ş. (2018). Ormangülü (*Rhododendron*) türlerinin bazı özellikleri ve arıcılık açısından önemi. *Journal of Apiculture Research*, 10(2):45-53.
- Silici, S. (2014). Arı poleni ve arı ekmeği. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14(2), 99-105.
- Silici, S., & Karaman, K. (2014). Inhibitory effect of propolis on patulin production of *Penicillium expansum* in apple juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1129-1134.
- Silici, S. (2019). Honeybee products and apitherapy. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1249-1262.
- Silici S., & Özcan S. (2021). COVID-19 enfeksiyonunda propolis. Atayoğlu AT, Editör. Apiterapi. 1. Baskı. Ankara: *Türkiye Klinikleri*; 2021. p.197- 204.
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ürün Raporu Arıcılık. Yayın No:318, Ekim 2020, Çankaya/Ankara.
- Temiz, A., Şener, A., Tüylü, A.Ö., Sorkun, K., & Salih, B. (2011). Antibacterial activity of bee propolis samples from different geographical regions of Turkey against two foodborne pathogens, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *Turkish Journal of Biology*, 35(4), 503-511.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK). (2020): Bal Tebliği. Tebliğ No. 2020/7, Resmi Gazete, 22 Nisan 2020, s. 31107, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Uğur, H. G., Sıralı, R., & Aktürk, S. (2015). Deli Bal Zehirlenmesinde Kullanılan Geleneksel Tedavi Yöntemleri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 34-5.

- Ulusoy, E. (2012). Bal ve apiterapi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 12(3), 89-97.
- Verma, B., Hucl, P., & Chibbar, R. N. (2009). Phenolic acid composition and anti-oxidant capacity of acid and alkali hydrolysed wheat bran fractions. *Food Chemistry*, 116(4), 947-954.
- Viera, V.B., Piovesan, N., Moro, K.I.B., Rodrigues, A.S., Scapin, G., Rosa, C.S.D., & Kubota, E.H. (2016). Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. *Food Science and Technology*, 36, 37-41.
- Yıldız, H., & Baysal, T. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14), 29-35.
- Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 17(2), 143-153.

Bölüm 4

ÇOCUKLARDA ÖLÜM KAVRAMININ GELİŞMESİ VE ÖLÜMCÜL HASTALIĞA İLİŞKİN TEPKİLER

Ramazan İNCİ¹

Osman Tayyar ÇELİK²

Mehmet Akif KAY³

1 Arş. Gör., Batman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Batman, TÜRKİYE, ramazan.inci@batman.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-6855-4574

2 Doç. Dr., İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Malatya, TÜRKİYE, otayyar.celik@inonu.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-3951-7261

3 Öğr. Gör., İnönü Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Malatya, TÜRKİYE, mehmetakif.kay@inonu.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-7996-9310

Giriş

Ölümcül hastalıkların çeşitli aşamaları vardır. Bunlar; tanı, remisyon, relaps ve terminal dönemi içerir. Terminal dönem beraberinde ölüm gerçeğini getirir. Bu aşamada tedavi ya da uzun süreli remisyon umudu yoktur (Kıvılcım & Doğan, 2014). Bu dönem çok kısa olabileceği gibi birkaç hafta hatta ay sürebilir. Çoğu enfeksiyonun kontrol edilmesi, aşılama ve antibiyotiklerin kullanılması, mortalite şekillerini değiştirmiştir. Tıbbi tedavideki gelişmeler nedeniyle ölüm anına kadar yoğun tedavi uygulanmakta ve ölüm evden çok hastanede olmaktadır (Bildik, 2013). Bu nedenle, ölümcül hastalığı olan çocuklara ve ailelerine bakım veren hemşirelerin, çocuklarda ölüm kavramının gelişmesi, ölümcül hastalığa ilişkin tepkiler, çocuklara ölümün açıklanması ve yaşamı tehdit edici hastalıklarla baş etme yöntemleri gibi konularda bilgi sahibi olmaları gereklidir (Tümlü, 2013).

Bir çocuğun ölümle ilgili fikirlerini ve düşünme yapısını hayat içindeki bazı deneyimler fazlasıyla etkiler ve değiştirir. Bunlar kısacası şöyle sıralanabilir; yaş, dini yapısı (maneviyatı), aile kültür yapısı, almış olduğu eğitim düzeyi, yakınları arasında şahit olduğu veya deneyimlediği ölüm ve haberleri şeklinde sıralanabilir. Çocuğun kendi ölümcül hastalığına nasıl tepki vereceği önceden tahmin edilemez. Ancak çocuğun kendi ölümüne tepkisi; onun anlama ve duygusal olgunluk düzeyi, hastalık sürecinin benlik kavramını nasıl etkilediği ve çevresindeki kişilerin tepkileri ile ilişkilidir (İnal-Emiroğlu, 2008).

1. YAŞ DÖNEMLERİNE GÖRE ÖLÜM DÜŞÜNCESİ

1.1. Oyun Dönemi (1-3 yaş)

Yaşamın ilk iki yılında, çocukların ölüme ilişkin herhangi bir anlayışları yoktur. Onlar şimdiki anı yaşarlar ve zaman kavramları henüz gelişmemiştir. Küçük çocuklar kendilerinin yok olabileceğinden endişe duymazlar. Ölümün üç yaşın altındaki çocuklar için anlamı, sadece çevresindeki insanları etkilemesidir. Onlar, ebeveynlerin çok büyük acı ve yas yaşadıklarını görünce buna tepki olarak deprese olabilirler (İnci & Çelik, 2021; Sağlam & Aral, 2013). İki yaşın altındaki çocuklar genellikle ölümün farkında değildirler. Ancak çocuğun doğum anında oksijen almak için mücadele etmesiyle ölümün farkına varmaya başladığı öne sürülmektedir. Yaşamı tehdit edici hastalığı olan dört ayın altındaki bebekler fiziksel olarak acı/acıya duyma deneyimi yaşarlar, dört-on iki ay arasında bebek giderek ayrılıktan korkmaya başlar (Özmert, 2005; Sevimay & Özer, 2001).

Ebeveyn-çocuk ilişkisine müdahale edilmesi ve bakımdaki tutarsızlıklar bebeğin anksiyetesini artırır. Terminal dönemde bebeğin sevgi,

sıcaklık, dokunma, ağrı ve rahatsızlığın azaltılmasına ilişkin gereksinimleri artar. Bu nedenle, ebeveynlerin çocuğun bakımına katılmaları desteklenmelidir. Ayrıca bakımdaki sürekliliğin ve tutarlılığın sağlanması için primer hemşireliğin uygulanması, onların güven duymalarını sağlar. Dokunsal, işitsel ve görsel uyaranlar sağlayarak bebeğin gelişiminin olabildiğince normal olmasına çalışılmalıdır. Bebekler için en önemli uyaran dokunmadır. Tüm bakım işlemleri, bebeği tanıyan ve seven ebeveynler tarafından en iyi şekilde yapılabilir. Bu nedenle hemşire, ölümcül hastalığı olan bebeklere direkt olarak bakım vermekten çok, ebeveynlerin bakıma katılmalarına yardım etmelidir (Meraki & Bıçakçı, 2015; Kavaklı, 1992).

1.2. Okul Öncesi Dönem (3-6 Yaş)

Bu dönem çocukları ölümü normal ve gerçek manası ile anlamaz ve bilemezler. Ölüm bu dönem için geçici veya uyku ile aynı anlama gelen bir olgudur. Bu dönemde, çocuğun ölüm kavramını geliştirmesinde yaşam deneyimleri önemli rol oynar. Örneğin; çocuğun bir hayvanın öldüğünü görmesi ya da yolda ölmüş bir kuş bulması, ölüme ilişkin merakını uyanıdır (İnci & Çelik, 2021; Sağlam & Aral, 2013).

3-5 yaş arasındaki çocukların mental yapısı daha bazı durumların ayırımını yapacak kadar gelişmemiştir. Yani onlar için ölüm ve yaşam ayrı şeyler değil, ölen kişi bir daha gelmemesine rağmen nefes alır, yer –içer ve başka yerde yaşıyordur. Dört-beş yaşlarındaki çocuklar için ölümün en çok anksiyete yaratan yönü ayrılıktır. Okul öncesi döneminin sonlarına doğru beş-altı yaşlarında çocuklar ölümü kabul ederler, ancak ölümün geri dönüşsüz olduğunu henüz kavrayamazlar. Bu dönem çocukları bazen bir konu hakkında bir yetişkinin düşünemeyeceği kadar farklı düşüncelere girebildiğini en net bir şekilde görebilmekteyiz. Hastalığı kendisinin kötü davranışları veya konuşmaları neticesinde kendine verilen ceza olarak görebildiği gibi, ailenin kendisini çok sevmediğini bu yüzden de hastalıklardan koruyamadığı düşüncesinde olabilmektedirler. Bu yüzden çocuklara hastalıktan kendilerinin sorumlu olmadıklarını açıklayarak zaten var olan bir hastalığa bir de bu tür hayali engeller eklenmesine izin verilmemelidir (Özmert, 2005; Sevimay & Özer, 2001).

Tedavi aldığı bu hastalık ve hastane sürecinde çocuğun evdeki rutinleri devam ettirilmeli, sevdiği eşyalar varsa getirilmeli, tedavi ve uygulamalardan hemen evvel çocuğa net ve gerçekçi olunmalı, ona destek olunduğunu sözel olarak ve hareketlerle anlatılmalı ki var olan stresle baş edilebilsin. Ancak durumlar kötüye doğru gittikçe bu dönem çocuklarında hastalığın veya travmanın tekrarlanması ve bazı rutinlerin değişmesi eşlik etmesi ile huzursuzluk, anksiyete türü korkular tekrarlanır (Meraki & Bıçakçı, 2015; Kavaklı, 1992).

1.3. Okul Dönemi (6-12 Yaş)

Ölüm süreci, okul çocuğu tarafından daha gerçekçi şekilde algılanır. Onlar ölümü kendilerinden uzaklaştırmak için tipik olarak ölümün yaşlılık, hastalık ve kaza nedeniyle olduğunu düşünürler. Okul çocuğunun ölüme ilişkin anksiyetesini yansıtan davranışları (örn: mezarlıktan geçerken nefesini tutma, gece ışıktaki uyuma gibi) kolaylıkla fark edilebilir (İnci & Çelik, 2021; Sağlam & Aral, 2013). Bu yaştaki çocuklar, ölen kişinin gömülmesi ve mezarlık ziyareti gibi olaylara ilgi duyarlar. Bu dönem çocuklarında farklı yaş aralıklarında farklı anlamlandırmalar ortaya çıkar; 7 yaş civarında ölümün bir gün geleceğini, 8 yaşlarında ölümün tam olarak ne olduğunu ve sonrasında aşamalarda neler olacağını, 9-10 yaş civarında ise ölümün yaşamın durması, yetişkinlerdeki gibi manasıyla anlamaya başlar. Son olarak 6-12 yaş arası çocukları ise dönemin bitişine doğru bir gün herkesin öleceğini ve bundan kaçış olmadığını kavrarlar (Meraki & Bıçakçı, 2015; Kavaklı, 1992).

Ağır hastalığı olan ve hastalığı ağır seyreden çocuklarda, bu hastalık neticesinde kendilerinde meydana gelen görünümsel değişikliklerini farklı olarak düşünebilirler. Bu değişiklikler neticesinde arkadaşlarının kendisini reddedebileceği, yakınından ayrılmak ya da uzak durmak isteyebileceği düşüncesi ortaya çıkabilir (Kaya & Akyol, 2017). Ayrıca hastalığının okula devamını kötü etkileyebileceği düşüncesi çocuğun kendini dışlanmış hissetmesine ortam hazırlayabilir. Sağlık ekibi bu tür durumlarda, çocuğu aynı hastalığa sahip olan veya benzer şekilde hastanede izole edilen çocuklarla bir araya getirerek sosyal ve iletişim anlamında destekleyebilir (Özmert, 2005; Sevimay & Özer, 2001).

1.4. Adölesan Dönemi (13-18 Yaş)

Çocuklar adölesan dönemine ulaştıklarında, yetişkinler gibi ölümün geri dönüşsüz, evrensel ve kişisel bir deneyim olduğunu anlarlar. Adölesan dönemi, yaşanan sürekli değişiklikler nedeniyle gelişimsel kriz dönemidir. Onlar çocukluk kimliğinden kurtulmaya, aileden ayrılmaya ve yeni bir kimlik geliştirerek yetişkinlerin dünyasına adım atmaya çalışırlar. Adölesanların benlik kavramı büyük ölçüde akranları, okul çevresi ve karşı cinsin kendisine ilişkin görüşlerinden etkilenir (Özmert, 2005; Sevimay & Özer, 2001). Onlar geleceğe ilişkin eğitim, meslek ve evlilikle ilgili çeşitli planlar yapmaya başlarlar. Bu nedenle, içinde bulunduğu anı yaşayıp, geleceğe ilişkin zengin hayalleri olan adölesan için kendi ölümünü düşünmek son derece yıkıcıdır. Adölesanlar, hastalık sürecinden çok, hastalığın vücutlarında meydana getirdiği değişikliklerden daha fazla endişe duyduklarını ifade etmişlerdir. Dış görünümünün değişmesi ve arkadaşlarının nasıl tepki verecekleri konusundaki endişeleri, adölesanın sıklıkla akranlarından uzaklaşmasına neden olur. Adölesanlar ölümcül hastalık

tanısını öğrendiklerinde, eğitimin, mesleğin ve geleceğe ilişkin hedeflerin gereksiz olduğuna inanırlar. Adölesanın umut duygusunu sürdürebilmesi ve hastalığına ilişkin olumlu bir tutum geliştirebilmesi için, hemşirenin yardımına gereksinimi vardır (Meraki & Bıçakçı, 2015; Kavaklı, 1992).

Bu dönemde hemşire, adölesanın ailesini ve arkadaşlarını, onunla destekleyici ilişkiyi sürdürmeleri için teşvik edebilir. Ayrıca hastanede benzer sorunu olan aynı yaştaki kişilerle ilişki kurması, karşılıklı destek ve anlayışı kolaylaştırabilir. Adölesanlarla çalışan hemşireler, adölesanı dinlemeye ve onunla konuşmaya istekli olmalı ve destekleyici bir rol üstlenmelidirler (İnci & Çelik, 2021; Sağlam & Aral, 2013).

1.5. Çocuğun Ölümün Farkına Varması

Ölümcül hastalığı olan çocuğun ebeveynlerinin ve sağlık ekibinin görevlerinden biri, çocukla hastalık ve ölüm hakkında konuşmaktır. Sıklıkla ebeveynler ve sağlık personeli çocuğu korumak için bu gerçeği ondan saklamak isteyebilirler. Ancak sağlık personeli ya da ebeveynler, ölümcül hastalığı olan çocuklarla hastalıkları hakkında konuşmasalar bile genellikle onlar, hastalıklarının önemli olduğunu anlayabilirler (Sezer & Pelin, 2009). Ölüm anksiyetesi sıklıkla on yaş ve üzerindeki çocuklarda görülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, hastalık ve prognoz hakkında bilgi verilen çocukların, kendilerini daha rahat ve güvenli hissettiklerini ortaya çıkarmıştır (Tahta, Tahta & Dernek, 2015).

1.6. Çocuklara Ölümün Açıklanması

Ebeveynler sıklıkla çocuklarını ölüme ilişkin bilgi ve deneyimlerden koruma eğiliminde oldukları için, çocuğa ne söyleneceği konusundaki son karar onlara bırakılmalıdır. Günümüzde hastalık ve prognozun çocuğa söylenip söylenmemesi konusu tartışmalıdır (Hökelekli, 1991).

Çocuklara ölümü açıklarken dikkate alınacak üç ilke vardır:

- 1) Çocuğun gelişimsel yaşı,
- 2) Hastalığa ilişkin önceki bilgisi,
- 3) Dürüstlük. Çocukların farklı yaşlarda ölüme ilişkin farklı anlayışları ve korkuları vardır. Bu nedenlerle, çocuğa ölümü anlatırken gelişimsel yaşına uygun açıklamalar yapılmalıdır (Hökelekli, 1991).

Ebeveynler, bir-üç ve üç-altı yaş dönemindeki çocuklara ölümü bir böcek ya da ev hayvanının ölümü gibi doğal olayları kullanarak açıklayabilirler. Ayrıca ölümü ve ölümle ilgili deneyimleri anlatan kitapların çocuğa okunması da bu yaştaki çocuklar için diğer bir alternatiftir. Çocuğun ölüme ilişkin endişeleri, onun anlama düzeyinde ele alınmalıdır. Bu amaçla, hemşire ya da ebeveynler çocuğun ölüm kavramının çeşitli yönlerine ilişkin anlayışlarını ortaya çıkarmak için ona sorular sorabilir-

ler. Çocuğun ölümüne ilişkin önceki deneyimlerini belirlemeye yönelik bazı sorular; “Daha önce hiç sahip olduğun bir hayvan öldü mü?”, “Daha önce hiç tanıdığın kişilerden biri öldü mü?”, “İnsanlar öldükten sonra neler olur?”, “Eğer bir kişi iyileşmiyorsa, sence bunu bilmek ister mi? Şeklinde olmaktadır (Emre, 2017).

2. YAŞAMI TEHDİT EDİCİ / ÖLÜMCÜL HASTALIKLA BAŞETME YÖNTEMLERİ

Baş etme yöntemleri, çocuklarında ölümcül hastalık olan ebeveynler ve aile üyeleri için de geçerlidir.

2.1. İnkâr

Yaşamı tehdit edici/ölümcül hastalık tanısını öğrendikten sonra ebeveynlerin ilk tepkisi inkârdır (örn: “Hayır, bu doğru olamaz, bir yanlışlık olmalı”). İnkâr, yaşamı tehdit edici hastalık tanısının korkunç etkisini azaltır ve bu duruma uyum yapmak için ebeveynlere zaman kazandırır. Hemşire, ailenin inkâr gereksinimini desteklemeksizin kabul etmelidir. İnkâr, beklenmeyen kötü bir haber duyduktan sonra çocuğun ya da ebeveynlerin kendilerini toparlayıp savunma mekanizmalarını harekete geçirmelerini ve gerçeğe yavaş yavaş uyum yapmalarını sağlar (Lyons ve ark., 2021; Sezer & Pelin, 2009; Erden, 2002).

2.2. Öfke

Baş etme yöntemlerinden ilki olan inkâr çok çabuk kaybolup yerini öfkeye bırakan bir tepkidir. İkinci aşamada sadece öfke ile kalınmaz bunlara eşlik eden depresyon, suçluluk ve bazı somatik şikayetlerde eşlik edebilir. Bununla birlikte ebeveynler de çocuklara verilmesi gereken, çocukların ihtiyaç duydukları bakımda yetersiz kaldıklarını hissetmeleri ve kontrol dışına doğru çıktıklarını hissedebilirler. Bundan dolayı bakımı veren sağlık personeli (genellikle hemşireler) ebeveynleri de primer bakıma dahil ederek, hem onların bakım ile ilgili bilgi ve yeterliliklerinin artmasına neden olurlar, hem de duygusal ve psikolojik anlamda rahatlamalarına neden olmaktadır (Lyons ve ark., 2021; Tahta, Tahta & Dernek, 2015; Erden, 2002).

2.3. Pazarlık Etme

Pazarlık etme, kaçınılmaz sonu erteleme çabalarını içerir. Ebeveynler sıklıkla belirli özel bir olaya kadar (örn: okula başlama, doğum günü gibi) zamanı uzatabilmek için pazarlık yaparlar. Ebeveynlerin pazarlık etme çabalarına ilgi gösterilmeli ve pazarlığın temelinde yatan nedenler incelenmelidir. Ayrıca ölümle karşılaşan çocukların da yaşamlarında belirli şeyleri yapabilmek için (örn: eve gitme şanslarının olması için) pazarlık yaptıkları belirlenmiştir. Pazarlık yaratıcı ile olduğu gibi, sağlık ekibi ile

ya da önemli diğer kişilerle de yapılabilir (Lyons ve ark., 2021; Emre, 2017; Erden, 2002).

2.4. Depresyon

Depresyon, çok farklı durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Örneğin bir şeyi kaybetme duygusunda veya çok sevdiği birinden ayrılma konusunda verilen tepkidir denilebilir. Aileler açısından ise; hayatta kendileri için en ön emli kişi olarak sayılabilen çocukla ilgili bir kayıp veya ebeveynlik rolünde değişimin, kaybın meydana gelmesi durumunda ortaya çıkabilen bir duygu sonucudur (Attepe, 2010; Erden, 2002).

2.5. Kabul Etme

Ölüme ilişkin tepkilerin son aşaması kabul etmedir. Ölümün artık kaçınılmaz olduğu bu aşamada, ebeveynlerin ve çocuğun birlikte olmaları ve yaşadıkları yası paylaşmaları önemlidir. Bu dönemde gereksiz işlemler yapılmamalı ve ağrı sürekli olarak kontrol altında tutulmalıdır (Attepe, 2010; Erden, 2002).

2.6. Yasın Çözümlemesi

Kayıp yaşayan kişi yeni ilişkilere ilgi duyduğu ve yaşama geri döndüğü zaman yas süreci tamamlanmış olur. Yas sürecini başarılı şekilde tamamlamanın kanıtı, kaybedilen ilişkinin hem zevkli, hem de hayal kırıklığı yaratan yönlerini rahat ve gerçekçi olarak hatırlama yeteneğidir. Hemşire, ebeveynlerin bu aşamaya gelip gelmediklerini, çocuğun ölümünden birkaç ay ya da bir yıl sonra aileyi ziyaret ederek ya da telefonla arayarak değerlendirebilir (Attepe, 2010; Bildik, 2013).

3. ÇOCUĞUN YAŞAMI TEHDİT EDİCİ / ÖLÜMCÜL HASTALIĞININ DİĞER AİLE ÜYELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Çocuğun ölümcül hastalığı nedeniyle acı çeken ebeveynlerin yanı sıra, diğer aile üyelerine de (örn: kardeşler ve büyükanne/baba) özel ilgi gösterilmelidir. Ölümcül hastalığı olan çocuklarla çalışan hemşire, tüm aile üyeleri arasında sağlıklı ilişkiler kurulmasını sağlamak için, ebeveynlerin diğer çocuklarına karşı sorumluluklarını değerlendirmeli ve bunu ebeveynlerle tartışmalıdır (Yıldız, 2004).

3.1. Hastalığın Kardeşler Üzerindeki Etkisi

Ebeveynler zaman ve enerjilerinin çoğunu hasta çocuğa ayırdıkları için, diğer çocukların gereksinimlerinin daha az öncelik taşıması anlaşılabilir. Ancak ebeveynlerin sağlıklı çocuklarına karşı açık ve dürüst olmaları, onlara yaşlarına uygun ve anksiyetelerini azaltıcı açıklamalar yapmaları ve onların sorularını dinlemeleri önemlidir (Attepe, 2010). Sağlıklı çocuklara kardeşlerinin hastalığı konusunda bilgi verilmesi, onların hasta kardeşlerine yönelik öfke ve kıskançlık duygularını azaltmada ve iş-

birliğini sağlamada önemlidir. Ayrıca bu çocukların kardeşlerini hastane-
de ziyaret etmeleri, korkularının azalmasına ve hasta kardeşleri ile olumlu
ilişkiler kurmalarına yardım eder (Yıldız & Balcı, 2016).

Bunların yanı sıra hasta çocuğun, ebeveynlerin zamanının çoğunu
alması nedeniyle sağlıklı çocuklarda çeşitli sorunlar görülmektedir. Kra-
mer'in (1984) yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre, ölümcül, Hastalığı olan
çocukların kardeşlerinde; ağlama, okul sorunları, enürezis, depresyon,
aşırı konuşma ve antisosyal davranışlar görüldüğü belirlenmiştir (Köylü,
2004).

3.2. Hastalığın Büyükanne/baba Üzerindeki Etkisi

Çocuğun ölümcül hastalığı büyükanne/babayı da önemli ölçüde et-
kiler. Başlangıçta büyükanne/baba çocuğu doktora daha erken götürme-
dikleri için, ebeveynlere öfke duyabilir ve düşmanca davranabilirler ya da
çocuğun hastalığını anlamadıkları için bu duyguları kendilerine yönelte-
bilirler. Onlar tanıyı ebeveynlere göre daha güç kabul ederler ve böylece
ebeveynlerin hastalık gerçeğini kabul etme ve onunla baş etme çabalarını
da güçleştirirler (Elçigil & Conk, 2010).

4. HASTALIĞIN TERMİNAL DÖNEMİNDE HEMŞİRENİN ROLÜ

4.1. Terminal Dönemde Çocuğun Fiziksel Bakımı

Öz bakım ve ihtiyaçların uygun bir şekilde hazırlanıp çocuğa ge-
rekli tüm zamanlarda verilmesi süreci, hem anne için hem çocuklar için
aşırı hassas ve stresli bir süreç olabilmektedir. Çocukluk dönemlerinde
en sıkıntılı olan dönem hastalık sürecidir. Bununla birlikte çocuklara,
hastalık durumları içinde terminal dönem olarak adlandırılan hastalığın
ağır geçirilmesi süreci, fiziksel bakım için de çok zor süreçler olmaktadır.
Bunların hem hastanın, hem bakım veren ebeveynin fizyolojik, psikolo-
jik süreçleri için aşırı önem arz etmektedir. Aşağıda bahsedilen durumlar
terminal dönemde fiziksel ihtiyaçların olduğu durumlar olarak literatür-
den yararlanılarak belirlenmiştir (Karakuş ve ark., 2012; Duman, 2014;
Çavuşoğlu, 2013).

4.1.1. Yetersiz Beslenme:

Terminal dönemde ölümcül hastalığı olan çocukların istedikleri her
şeyi yemelerine izin verilebilir.

Eğer çocuk kemoterapi ve radyoterapi alıyorsa, bulantı ve kusma sık-
lıkla terminal sürece eşlik eder. Bulantı ve kusma, fiziksel sorunlar ve tü-
mör nedeniyle sindirim sisteminin tıkanması ya da sıvı- elektrolit denge-
sizlikleri sonucunda da gelişebilir (Karakuş ve ark., 2012; Duman, 2014).

4.1.2. Solunum Güçlüğü:

Terminal dönemde tümör metastazı, enfeksiyon ve sıvı retansiyonuna bağlı olarak solunumda değişiklikler görülebilir (Karakuş ve ark., 2012; Duman, 2014).

Bu dönemde hemşirenin, solunum güçlüğüne azaltacak rahatlatıcı yöntemleri uygulaması gereklidir. Bu yöntemler;

- Eğer mümkünse çocuğu dik pozisyonda oturtma.
- Nemlendirici kullanarak odanın nemini artırma.
- Aspire etme ve
- Oksijen vermeyi içerir.

4.1.3. Ağrı:

Terminal dönemde ağrı kronikleşebilir. Ağrıya ilişkin geçmişteki ve şimdiki deneyimler, çocuk ve ailede anksiyete ve korkunun artmasına neden olur. Ağrı kontrolünde etkili olabilmek ve ağrıyı 24 saat süreyle kontrol edebilmek için, analjezikler çocuğa sadece gereksinim olduğu zaman değil, belirli bir programa göre düzenli olarak verilmelidir. Ağrı kontrolünde verilen ilaçlara, çocuğun tepkisi yakından gözlenmeli ve kaydedilmelidir. Hemşire, çocuğun durumunu izlemekten ve tedavi protokolünün yeterliliğini değerlendirmekten sorumludur (Karakuş ve ark., 2012; Duman, 2014; Çavuşoğlu, 2013).

4.1.4. Konstipasyon (kabızlık):

Kas zayıflığı, aktivite düzeyinin azalması, alınan bazı ilaçlar (örn: bazı kemoterapötik ve analjezik ilaçlar), diyetle sıvı ve lifli yiyeceklerin eksikliği nedeniyle kabızlık sık görülebilir.

Diyette yeterli sıvı ve lifli yiyeceklerin bulunması, aktivitenin desteklenmesi ve düzenli bağırsak alışkanlıklarının sürdürülmesi önemlidir (Çavuşoğlu, 2013; Duman, 2014).

4.1.5. Anemi:

Ölümcül hastalığı olan ve özellikle kanserli çocuklarda sık görülen bir sorundur. Anemisi olan çocukta yorgunluk, enerjide azalma, letarji ve iritabilite görülebilir. Terminal dönemde anemi, verilen ilaçlara bağlı olarak kırmızı kan hücrelerinin yıkımı ve yapımının azalması nedeniyle gelişebilir. Anemisi olan çocuklara demir ve proteinden zengin diyet verilmelidir. Sıklıkla çocuğun hemoglobin ve hematokrit düzeylerini normal sınırlara getirmek için kan transfüzyonu uygulanır (Çavuşoğlu, 2013; Duman, 2014).

4.1.6. Aktivite:

Fiziksel aktivitelerin azaldığı terminal dönemde, çocuklar olabildiğince aktif olmaları için desteklenmelidir. Aktivite; deride bozulmalar, kabızlık ve kas zayıflığı gibi fiziksel komplikasyonları önlemenin yanı sıra, duygusal sağlığın da sürdürülmesini sağlar (Çavuşoğlu, 2013; Duman, 2014).

4.1.7. Deri Bakımı:

Terminal dönemdeki çocuklar, yetersiz beslenme, fiziksel aktivitenin azalması, nörolojik sorunlar ve kemoterapinin doku onarımı üzerindeki etkileri nedeniyle deride bozulmalara/dekibütüslere son derece yatkındır. Sık sık pozisyon verilmelidir (Çavuşoğlu, 2013; Conk ve ark., 2013).

4.1.8. Ağız Bakımı:

Çocuk oral yoldan yeterli beslenemezse ağızda kuruluk, yaralar ve dudaklarda çatlaklar oluşabilir. Lösemili çocuklarda sıklıkla dudaklarda yüzeysel hematomlar görülür.

Bu lezyonlar ağrılıdır ve sızıntı halinde kanama olabilir. Hemşire bu sorunları tedavi etmek için başlangıçta standart yöntemlerle, örneğin: sodyum bikarbonatla hazırlanmış solüsyonlarla ağız bakımı verebilir. Ayrıca ağrıyı hafifletmek için topikal olarak çeşitli ilaçlar (örneğin: lidokain) kullanılabilir (Çavuşoğlu, 2013; Conk ve ark., 2013).

4.2. Terminal Dönemde Çocuğun Bilgi Gereksinimi

Ölüm süreci sırasında çocuğa gereksinim duyduğu bilgilerin verilmesi çok önemlidir. Bilinmeyene ilişkin korku azalınca çocuk ölümle daha iyi baş edebilir. Hemşire, çocuğun ölüme ilişkin önyargılarını ortaya çıkarmalı ve yanlış anlamalarını düzeltmelidir. Küçük çocuklar genellikle ölümleri ebeveynlerinin yanlarında olup olmayacağını sorarlar. Hemşire, çocuğun bu isteğini ebeveynlere iletmeli ve çocuğun yanında olmalarını desteklemelidir (Turan, Esenay & Güven, 2016; Karaman ve ark., 2013).

4.3. Terminal Dönemde Ailenin Baş etmesine Yardım Etme

Ebeveynlerin yas reaksiyonu ve baş etme yöntemleri büyük ölçüde hastalığın süresine bağlıdır. Eğer çocuk ani ve beklenmedik şekilde ölürse, çeşitli şok tepkileri (örn: histeri, bir süre için hareketsiz kalma gibi) görülebilir. Sıklıkla aile üyeleri şok anında yapılan açıklamaları tam olarak anlamazlar. Eğer ölüm ani değilse ve çocuğun hastalığı günlerce, haftalarca uzamışsa, ebeveynlerin ileride gerçekleşecek kayba ilişkin korku ve endişelerini, çocuklarında benzer sağlık sorunu olan diğer ebeveynlerle paylaşmaları desteklenebilir.

Bu dönemde ebeveynlerin, çocuğun bakımına ilişkin dilek ve istek-

lerine saygı gösterilmelidir. Eğer çocuğun iyileşme umudu çok az ise ebeveynlerin belirli tedavilerin devam edip etmemesine karar vermelerine izin verilmelidir. Tedavi mümkün olmadığı zaman ebeveynler, çocuğu eve götürmek isteyebilirler. Bu durumda ebeveynlere olası sorunlar (örn: ağrı, inkontinans gibi) ya da komplikasyonlar hakkında bilgi verilmelidir (Turan, Esenay & Güven, 2016; Karaman ve ark., 2013).

4.4. Tedavinin Kesilmesine Karar verme

Yaşamı tehdit edici hastalığı olan çocuk, tıbbi tedaviye yanıt vermiyorsa doktor tedavinin kesilmesini önerebilir. Ancak bu karar aile ile birlikte verilmelidir. Aile, çocuğun daha fazla ağrı ve stres yaşamaması için tedavinin kesilmesini isteyebilir. Bu karar, ailenin çocuğun yaşamından umudu kestiklerini ve kaçınılmaz sonu yani ölümü kabul ettiklerini gösterir. Eğer aile tedavinin kesilmesine karar verirse bu aşamada primer amaç, çocuğun rahatlığını sağlamaktır (Turan, Esenay & Güven, 2016).

4.5. Terminal Dönemde Ağrının Yönetimi

Terminal dönemde palyatif bakımın primer amacı, ağrıyı azaltmak ve rahatlığı sağlamaktır. Terminal hastalığı olan bebek ve çocuklarda ağrı kontrolü sıklıkla önerilen parametreleri aşan ve solunum depresyonu nedeniyle ölümü hızlandıran opioid ilaç tedavisini gerektirir. Bu çocukların bakımında yaşamı kısaltma olasılığı olan analjeziklerin kullanılması çeşitli etik sorunlara neden olmaktadır. Ağrı kontrolünde ölümü hızlandıran farmakolojik bir ajanın kullanılması, aktif ve pasif ötanaziden ayırt edilebilir. Dolaylı ötanazide aktif ve pasif ötanaziden farklı olarak amaç, eylem ve sonuç arasında doğrudan bir bağlantı yoktur. Farklılık, amacın ölümü sağlamak değil, ağrıyı azaltmak olmasına dayanır. Acı ve ağrının azaltılması, hasta bireyin hakkı ve hemşirenin sorumluluğudur (Karaman ve ark., 2013).

4.6. Terminal Dönem ve Ölüm

Ebeveynler terminal dönemde çocuğun son günlerini olabildiğince birlikte ve mutlu bir şekilde geçirmeye çalışırlar. Bu nedenle onlar, çocuğun yanından ayrılmayı ve uyumayı, istemezler ve geriye kalan her zamanı çocukları ile birlikte geçirmek ve çocuk ölürken yanında olmak isterler. Bu dönemde ebeveynlerin yaşadıkları aşırı duygusal fiziksel gerilim, onların tükenmesine ve yorulmasına neden olur. Bilinmeyene ilişkin korku sıklıkla gerçeğin kendisinden daha kötü olabilir. Bu nedenle ebeveynlerin, çocuğun ölümüne gerçekçi şekilde hazırlanmaları sağlanmalıdır. Ebeveynlerin çoğu ölüm anında çocukları ile beraber olmak isterler, ancak ölümün nasıl olacağından ve kendilerinin nasıl tepki vereceklerinden korkabilirler. Ebeveynlere bilgi verirken çocuğun durumu kritik” ya da “çok kötü” gibi dolaylı anlatımlardan kaçınılmalı ve onlara “çocuğunuz ölüyor

denilmelidir. Ebeveynler, çocuk ister evde ister hastanede ölsün, ölüm anında bir hemşirenin kendileri ile beraber olmasını isteyebilirler. Ailenin bu isteğine yönelik gerekli düzenlemeler yapılmalıdır (Turan, Esenay & Güven, 2016; Karaman ve ark., 2013).

4.7. Terminal Dönemde Çocuğun Evde Bakımı

Terminal dönemde çocuğun bakımının evde yapılmasına karar verirken dikkate alınması gereken kriterler şunlardır:

- Tedavinin sonlandırılmış olması.
- Ebeveynlerin, çocuğun evde olmasını istemeleri.
- Ebeveynlerin, hasta çocuğun evdeki bakımı konusunda kendilerini yeterli hissetmeleri.
- Hemşirenin evdeki bakımı kolaylaştırmak için 24 saat süreyle ulaşılabilir olması.
- Çocuğun doktorunun telefonla danışmanlık yapmaya istekli olması.

Çocuğun evde bakımına karar veren ebeveynler, onun evde daha mutlu olacağını ve ona son günlerinde ev ortamında daha çok şey verebileceklerini düşünürler. Ebeveynlerin ev ortamında gerekli tedavi ve bakımı uygulamada kendilerini yeterli hissetmeleri için, çocuk taburcu olmadan önce hemşirenin, çocuğun evdeki bakımı konusunda aileyi eğitmesi gereklidir (Turan, Esenay & Güven, 2016).

5. ÇOCUĞUN ÖLÜMÜNDEN SONRA AİLENİN DESTEKLENMESİ

Aile üyelerinin anlamlı bir ilişkiyi, çocukla ilgili umutlarını ve hayallerini kaybetmeleri, onların yaşayabileceği en yoğun acı deneyimlerinden biridir. Aile, çocuğun ölümüne ne kadar iyi hazırlanmış olursa olsun, çocuğun ölümünden sonra kısa şok dönemi yaşanır. Ölen çocuğun ailesi ile kurulan ilişki ölümünden sonra hemen kesilmemelidir. Eğer ebeveynler, çocuğun ölümü nedeniyle gerekli desteği görmezlerse, yasın ifade edilmesinde sorunlar olabilir. Yas maskelenebilir, baskılanabilir, uzun süre devam edebilir ve ilerde fiziksel ve psikolojik sorunlara neden olabilir (Erden, 2002).

Aile ile özel bir ilişki kurmuş olan hemşire, ailenin yas sürecinde izlenmesinde aktif rol alabilir. Ailenin, hemşireye ulaşmasını beklemeden, hemşirenin aileye ulaşması daha uygundur. Çocuğun ölümünden birkaç hafta sonra ailenin nasıl olduğunu değerlendirmek için ev ziyareti yapılmalı ya da en azından telefon edilmelidir. Çoğu zaman hemşireler, çocuğu ölen bir aile ile kişisel yas ya da kayıp deneyimini paylaşmaktan çekinir-

ler. Çocuk öldüğü zaman basmakalıp sözler kullanmaktan kaçınılmalıdır, örneğin: “siz çok gençsiniz, başka çocuklarınız olabilir” gibi. Bu ifadeler, ailenin duygularını ifade etmesini daha da güçleştirebilir. Çocuğun ölümünden sonra ebeveynlerin yaşadıkları yas süreci birkaç aydan bir yıla kadar değişebilir. Birçok ebeveyn için bir yıllık süre önemlidir. Çocuğun doğum günü ve ölüm yıldönümü ebeveynler ve aile üyeleri için önemli günlerdir (Elçigil & Conk, 2010).

5.1. Kardeşlerin Desteklenmesi

Ölen çocuğun kardeşlerine ölümün gerçek ve doğru şekilde açıklanması, yaşamın değerini anlamalarına yardım eder. Ebeveynler, diğer çocuklarına kardeşlerinin nasıl öldüğünü, vücuduna ne olduğunu ve cenaze törenini açıklayabilirler. Cenaze Töreni: Hayatta kalan çocuklar cenaze törenine katılmalı mıdır? Bazı uzmanlar çocukların cenaze törenine katılmalarını önermektedir, çünkü cenaze töreni çocukların ölüm gerçeğini görmelerini sağlar. Çocukların cenaze törenine ilişkin fantezileri gerçeğin kendisinden daha kötü olabilir (Yıldız & Balci, 2016).

6. HEMŞİRELERİN KLİNİKTE ÖLÜMCÜL HASTALIĞI OLAN ÇOCUKLARA TEPKİLERİ

Ölümcül hastalığı olan çocuğun bakımını üstlenen hemşireler de hastanın kendisi ve ailesi gibi korku, kaygı, inkâr, öfke, suçluluk, depresyon ve çaresizlik duyguları yaşarlar. Ancak bunlara ek olarak, hemşire için başarısızlık ve yetersizlik duyguları da söz konusudur. Çünkü hemşirelik eğitimi, hastalıkların önlenmesi ve sağlığın geliştirilmesine yöneliktir. Hasta daha az insan (adıyla değil, hastalığı ile anılarak) ve daha çok obje olarak görüldüğünde, daha az tehdit edici olmaktadır. Çocuk ölümcül bir hastalık tanısı ile servise yatırılınca, hemşirenin başlangıçtaki tepkileri şok ve inkârdır. Hemşire bu duygularından uzaklaşmak için bakım yerine tedavi felsefesini benimser, ailenin sorularından kaçır ya da onlara daha çok tıbbi açıklamalar yapmaya yönelebilir. Hemşireliğin ve tıbbın amacı hastayı ölüme terk etmek değildir. Amaç, hastalığı tedavi etmek ve yaşamı kurtarmaktır. Ancak hemşireler başarısızlığı reddeder ve tedavinin etkinliğine ve değerine bakmaksızın ona sıkı sıkıya bağlanırlarsa o zaman inkâr yararlı fonksiyonunu kaybeder (Elçigil & Conk, 2010).

Ölümcül hastalığı olan bir çocuğun bakımı çok fazla bilgi, beceri ve duygusal olgunluk gerektirir. Hemşirenin, ölümcül hastalığı olan çocukların bakımına ve mesleki amaçlarına uyum sağlaması önemlidir. Terminal dönemdeki hastaların bakımında başarının, hastanın hayatta kalmasına bağlı olmadığı ve yaşamın niteliğinin niceliğinden daha önemli olduğu hatırlanmalıdır (Turan, Esenay & Güven, 2016).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılmış çalışmaların ve diğer literatürlerin çocuklara ölüm gibi durumların anlatılması konusunda daha ayrıntılı örneklerle donatılması gerekliliğinin önemi vurgulanmaktadır. Yaş dönemlerine göre ele alınan çocuklar, çocuk gelişim uzmanları tarafından kliniklerde veya polikliniklerde görüldükten sonra uygun kelimeler, cümleler seçilerek, örneklem teknikleri kullanılarak, daha derin psiko-sosyal çıkmaza girmeyeceği şekilde yöntemler bulunup çocuklara aile ferdinin ölümü anlatılabilir.

Bununla ilgili geçmişten bugüne kuramcılardan faydalanmış kitaplar, makaleler ve diğer eserlerin incelenmesi, hatta bununla ilgili yaş dönemlerine ayrılmış, uzmanlar için bir kitap uzaklığında olabilecek yardımcı cep kitapları hazırlanabileceği düşünülmektedir.

Diğer meslek grupları ile bir sistem içinde birlikte çalışıp, çocuklar için en uygun günün, saatin ve durumun belirlenmesi kararlaştırılıp, ölümle ilgili süreçlerin anlatılması gerekmektedir. Ölüm hakkında birçok çalışmalara sahip olan Amerikalı psikiyatrist Yalom, ölüm korkusunu; ‘yalnızlık korkusu, özgürlük korkusu ve yaşamına anlam verememe korkusu’ gibi insanın var olan en büyük dört temel korkusu içinde ilk sıraya koymaktadır (Yalom, 2020). Bunun çocuklar boyutunda bir yok olma, bir daha bir yere sahip olamama şeklinde düşünüldüğünü varsaydığımızda, ölümün aslında çok yönlü ve mutlaka anlamlandırılması gerekliliği üzerinde uzmanlarca hem fikir olunması gereken bir konu olduğu düşünülebilir.

KAYNAKÇA

1. ATTEPE, A. G. S. (2010). Anne baba kaybının çocuklar üzerindeki etkileri. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 23(23), 23-28.
2. Cem TÜMLÜ, 5-12 Yaş Aralığındaki Çocukların Ölüm Algısını İfade Biçimlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisan Tezi. Malatya 2013.
3. Conk Z.,Başbakkal Z., Bal Yılmaz H., Bolışık B. Pediatri Hemşireliği, Ankara, Akademisyen kitabevi, 2013:901-918.
4. Çavuşoğlu H. Çocuk Sağlığı ve Hemşireliği I.2013.
5. Elçigil A., Conk, Z. (2010). Çocuğu Kanser Olan Annelerin Aile Yükünün Belirlenmesi. *DEUHYO*, 3 (4), 175-181.
6. Emre, Ü. (2017). Çocuklarda ölüm ve yas üzerine bir inceleme. *Dini Araştırmalar*, 20(52 (15-12-2017)), 131-140.
7. F. Neslihan İNAL-EMİROĞLU, Aynur PEKCANLAR AKAY Kronik Hastalıklar, Hastaneye Yatış ve Çocuk, DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi CİLT 22, SAYI 2, (MAYIS) 2008, S: 99 – 105
8. Gizem KERİMOĞLU YILDIZ, Serap BALCI. Kayıp ve Yas Sürecinde Kardeşler, *HSP* 2016;3(3):208-215
9. Gonca Karakuş, Zehra Öztürk, Lut Tamam, Ölüm ve Ölüm Kaygısı, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi (Archives Medical Review Journal)* 2012; 21(1):42-79
10. Gülsen Erden, Ölüm Sürecinde Olan Çocuk: Ölümü Kabul ve Tedavi Sürecinde Etkili Yardım, *Kriz Dergisi*10(1): 19-27, 2002.
11. Hökelekli, H. (1991). Ölüm ve ölüm hayatı.
12. İnci, R., Çelik, O.T., Bebeklik Döneminde Gelişim, Gece Kitap Evi, 2021
13. Kavaklı, A. (1992). Çocukluk Yaşlarında büyüme ve gelişme. İstanbul: Hilal Matbaacılık.
14. Kaya Ü.Ü, & Akyol A.K. (2017). Erken Çocukluk Döneminde Gelişim I, 0-36 Ay. Anı Yayıncılık.
15. Köylü, M. (2004). Ölüm Olayının Çocuklar Üzerine Etkisi ve “Ölüm Eğitimi”. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 17(17), 95-120.
16. Lyons, VH, Adhia, A., Moe, CA, Kernic, MA, Schiller, M., Bowen, A., ... & Rowhani-Rahbar, A. (2021). Yakın bir partner cinayeti sırasında çocuk ölümü için risk faktörleri: Bir vaka kontrol çalışması. *Çocuklara kötü muamele* , 26 (4), 356-362.
17. Meltem Kıvılcım, Derya Gümüş Doğan, Çocuk ve Ölüm, Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi 2014:21(1):80-5.

18. Meraki, Z., & Yıldız Bıçakçı, M. (2015). Bebeklik ve İlk Çocukluk Döneminde Erken Müdahale, Bebeklik ve İlk Çocukluk Döneminde (0-36 Ay) Gelişim, Duyuların Gelişimi ve Desteklenmesi, ed. M. Yıldız Bıçakçı, 143-177.
19. Nagihan Saday Duman, Çocuklarda Kanser, Ölüm Kavramı ve Yas, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2014
20. Nurseven KARAMAN, Neriman SARI, İnci ERGÜRHAN İLHAN. Pediatrik onkoloji hastalarında kemoterapiye bağlı tat ve koku değişiklikleri. Türk Onkoloji Dergisi 2013;28(3):101-104.
21. Özer Sevimay, D. & K. Özer (2001). Çocuklarda motor gelişim. 2.Baskı. Ankara: Nobel Yayınevi.
22. Özmert, E. N (2005). Erken çocukluk gelişiminin desteklenmesi-II: çevre. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 2005; 48.
23. Sağlam, M. & Aral, N.(2013). Bebeklik Döneminde Gelişim, Tüm Yönleriyle Özel Bebekler & Çocukların Gelişimi ve Etkinlik Örnekleri Ed: SS Yıldırım ve AŞ Öz, s, 107-128.
24. Sevcin Atay Turan, Figen Işık Esenay, Menevşe Güven. Kanseri Çocuklarda Kemoterapi Sonrası Görülen Semptomlar. J Curr Pediatr 2016;14:74-81.
25. Sezer, S., & Pelin, S. A. Y. A. (2009). Gelişimsel Açıdan Ölüm Kavramı. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (13), 151-165.
26. Tahta, F., Tahta, K., & Dernek, S. (2015). Çocukların yakınlarının ölüm kavramlarını algılama üzerine kurdukları sistemler ve oyunlar. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*.
27. Tezan BİLDİK. Ölüm, kayıp, yas ve patolojik yas, Ege Tıp Dergisi / Ege Journal of Medicine 2013;52(4):223-229
28. Yalom, I. D. (2020). *Existential psychotherapy*. Hachette UK.
29. Yıldız, A. (2004). Çocuk, Ölüm ve Kayıp. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(12), 125-144.

Bölüm 5

TEK SEANS CAD/CAM BLOKLARININ TRANSLUSENSİ ÖZELLİKLERİ

Dilara KÜÇÜK¹

Şevki ÇINAR²

Bike ALTAN³

1 Dt., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. dilara.kucuk@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5718-2886

2 Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. sevki.cinar@sbu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9983-7449

3 Dr. Öğr. Üyesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. bike.altan@sbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3230-1006

GİRİŞ

Renk ve translusensi kavramlarının anlaşılması için, ışık kavramının anlaşılması şarttır. Objeler, üzerlerine gelen ışık dalgalarını emerek o objenin esas rengini belirleyen dalga boylarını geri iletirler. Bu, görüntü ve rengin, ışık olmadan oluşamayacağı anlamına gelmektedir (1). Rengi anlaşılması ve doğru renk seçimi için ton, doygunluk, parlaklık ve translusensi gibi farklı kavramların da anlaşılması şarttır.

Ton (hue) ; basitçe kırmızı, mavi, yeşil gibi rengin çeşitliliği ya da rengin ta kendisi olarak tanımlanabilmektedir. Rengin tonunu hesaplayabilmek için, yansıtılan ve geçirilen ışığın dalga boyu bilgilerine sahip olmak gerekmektedir (Gürel,2004).

Doygunluk (chroma); kısaca rengin tonunun yoğunluk değeri olarak belirtilir. Tonun gücü ve pigmentinin konsantrasyon değeri anlamına gelir. Doğal dişlerin 0.5-4 aralığında doygunluk değerlerine sahip olabileceği belirtilmiştir.

Parlaklık (value) ; ton değerinin açıklığı veya koyuluğunu gösteren değerdir. Objenin, ışık kaynağına yakınlığı bu noktada önemli bir etkenidir. Objenin ışık kaynağına olan yakınlığı arttıkça parlaklık da doğru orantılı olarak artacaktır. Ağız içindeki doğal dişlerin 5,5 ile 8,5 arasında değişkenlik gösteren parlaklık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Gürel,2004).

Rengin tonunun, doygunluğunu ve parlak değerleri gibi kavramların ölçülmesi için zaman içinde farklı renk tanımlama sistemleri geliştirilmiştir. Bu amaç için en yaygın kullanılan sistemler; Munsell, CMYK, RGB, CIE XYZ VE CIE Lab ($L^*a^*b^*$) (Comission Internationale de L'Eclairage) renk sistemleridir. Munsell renk sistemi, üç boyutlu silindirik bir renk sistemidir. Cismin renginin belirlenme mekanizması şu şekildedir: Renkli kağıtlarla karşılaştırılarak en yakın, benzer renkli kâğıda göre renk değerinin belirlenmesi şeklindedir (Konica Minolta, 2007).

CIE Lab renk sistemi ise, renk dağılımındaki düzgünlük ve tutarlılık daha hassas olarak yapılabildiği için sıklıkla kullanılan bir sistemdir. Bu sistemde iki farklı nesnenin renklerindeki farklılığı tek değerle ifade etmek adına aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Konica Minolta, 2007):

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Şekil 1: Renk farkı hesaplama formülü

Translusensi

Translusensi, materyalin ışık geçirgenlik düzeyi için kullanılan bir terimdir. Transparant ve opaklık arasında bir orta nokta değeri olarak belirtilir. Transparant objelerin yüzeylerinden ışık yansımaz, translusentlerde bu durum farklıdır. Transludent objelerin yüzeyinden belli bir miktar ışık yansımaya olduğu için bu materyaller daha opak görünürler. Kısaca, materyalin ışık geçişine izin verme yeteneği şeklinde ifade edilebilir ve bu durum diş hekimliğinde önemli bir kavram halini almıştır. Opasite ise, materyalin ışık geçişini engelleme durumudur. Translusensi ve opasitenin birbirlerine zıt olan bu durumları kısaca şu şekilde ifade edilebilir: Translusensi değeri yüksek olan objeler, düşük opasite göstermektedirler (Paravina ve Powers, 2004).

Translusensi değeri yüksek olan dişler, düşük parlaklık değerine sahip olmalıdır. Bunun nedeni şudur: Bu değer, ışığın doğal dişin içinden kolaylıkla geçmesine izin verir ve ağız boşluğunun doğal gölge ve karanlığının emilmesini sağlar. Bu sebeple hasta ağızına uygulanacak restoratif tedavide kullanılacak materyallerin, doğal görünümünü sağlamak ve opak görünümünü engellemek adına translusensi özelliğinin bulunduğu emin olunmalıdır. Metal destekli seramik kuron ve köprü protezlerinde ışığın penetrasyonu daha güç olmaktadır.

Kullanılan materyallerin içerdiği partikül boyutları, translusensiyi büyük oranda etkilemektedir. Işığın dalga boyuna yakın boyuttaki tane-cikler, en yüksek saçılma değerlerini gösterenlerdir. Saçılma ve opasitenin en yüksek olması için, ışık dalga boyundan daha yüksek ve matristen farklı kırılma indeksine sahip partiküllerin olması gerekmektedir (Hefernan ve ark., 2002).

Bu noktada, translusensi parametresi (tp) kavramını bilmek önemlidir. Belirli kalınlıktaki bir maddenin siyah ve beyaz olmak üzere iki değişik zemin üzerinde gösterdiği renk farklılığı olarak tanımlanmaktadır. Bir materyalin translusensi değerini ölçmek için, translusensi parametresinin hesaplanması gerekmektedir. Formülü aşağıda görüldüğü gibidir (2,3):

$$TP = [(L^*_s - L^*_b)^2 + (a^*_s - a^*_b)^2 + (b^*_s - b^*_b)^2]^{1/2}$$

Şekil 2: Translusensi parametresi hesaplama formülü

Burada S siyah zemini temsil ederken, B ise beyaz zeminin göstergesidir. Materyalin CIE Lab değerleri ölçülür ve yukardaki formüle uygulanır.

Kontrast oranı (CR), translusensi karşılaştırmalarında sıkça kullanılmakta olan bir metottur. Materyalin siyah zemin üzerindeki yansımalarının (Ys), beyaz zemin üzerindeki yansımalarına (Yb) oranı, (Ys/Yb) şeklinde hesaplanmaktadır. Özetle bir materyalin kontrast oranı azaldıkça translusensi değeri artar diyebiliriz (Antonson ve Anusavice,2001; Paravina ve Powers, 2004).

Renk Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem ve Aygıtlar

Konvansiyonel ve dijital yöntemler olmak üzere iki şekilde hesaplanır. Konvansiyonel yöntem gözle yapılan seçimdir. Renk skalaları kullanılır ve subjektif bir yöntemdir. Ancak bu skalalardaki renkler, doğal dış renklerinin tamamını karşılamamaktadır. Bu yöntem için en sık kullanılan skalalar; Vitapan Classic (Vita Zahnfabrik Almanya) ve Vita 3D Master (Vita Zahnfabrik, Almanya) skalalarıdır. Vita Classic’ te hue olarak bilinen grup A, B, C, D harfleriyle gruplandırılırken; chroma gruplandırması da A1, B2 şeklinde rakamlarla gruplandırılmıştır (4).

Dijital renk ölçümünde ise, elektronik aygıt kullanılmaktadır. Bu sayede subjektivite ihtimali ortadan kalkarak tamamen objektif renk ölçümü sağlanabilmektedir. Gelişen teknoloji ve artan estetik beklentiler sonucu dijital renk ölçüm cihazlarının kullanımı giderek artmaktadır. Spektrofotometre, kalorimetre, RGB cihazları ve dijital kameralar, bu amaç için kullanılan cihazlardır. Özellikle gelişen spektrofotometre cihazları arasından Vita EasyShade diğerleri arasından en fazla tekrarlanabilir renk ölçümü kalitesi ile en sık tercih edilen renk ölçüm cihazı haline gelmiştir (5,6).

CAD/CAM Sistemleri

Bu sistemler, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim sistemlerinin bir sentezidir. Veriyi tarayarak elde etme, veriyi yazılımla işleme ve freze yöntemiyle üretimleme esasına dayanır. Bu sistemle fazla zaman kullanımı ve yetenek gereksinimi en aza inerken, yüksek hassasiyete sahip ve daha homojen restorasyonlar elde etmek mümkün hale gelmektedir. Bu sistemde direkt klinikte üretim (tek seans), laboratuvar ortamında üretim ve merkezileştirilmiş üretim olmak üzere üç tip üretim metodu kullanılmaktadır (7).

Tek seans üretimde; görüntü alma, restorasyonun tasarlanması ve üretilmesi aşamaları klinikte tamamlanır. Yaygın olarak kullanılmakta olan tek seans CAD/CAM sistemlerine CEREC ve 3Shape örnek verilebilir (8). Ek olarak laboratuvar masrafı gerektirmemesi, zamandan tasarruf sağlaması, hekim kontrolünde hassas değerlendirme sağlaması gibi avantajları vardır (9,10).

CAD/CAM sistemlerinde kullanmak için çeşitli kimyasal yapıda ve birleşimde bloklar geliştirilmiştir. Özel geliştirilen seramik bloklar, yük-

sek basınç altında sıkıştırılırlar; bu sebeple porözite içermezler, artık stres barındırmazlar ve mekanik özellikleri ve dayanımları yüksektir (11). Tek seans sistemler için blok seçimi yaparken, tek tabaka (monolitik) bloklar seçimine dikkat edilmelidir. Çünkü ek laboratuvar işlemine ihtiyaç duyulmaması önemlidir. Bu bloklar, oksit seramikler kadar yüksek dayanıma sahip değildir ancak translusensi özellikleri daha yüksektir (Fasbinder 2012).

Feldpatik CAD/CAM Seramik Bloklar

Cam matriks içinde %30-35 oranında ve 3-4 nanometre boyutlarında feldpar partikülleri bulundurur (13). Monokromatik bloklarının beklenen estetiği verememesinden dolayı, polikromatik bloklar geliştirilmiştir. Üretilen yeni bloklarla ışık geçirgenliği artırılmış ve yeni renk seçenekleri eklenmiştir (12). İlk üretilenler Vita Mark 1 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ve 2 (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)'dır. Vita Mark 2'nin 3 farklı geometride bloğu vardır ve yüksek translusensi göstermesine rağmen monokromatiktir. Daha sonra geliştirilen VitaTriluxe (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), sırasıyla 3-4 ve 6 farklı renk renk tabakasına sahip multikromatik bir bloktur.

CEREC blok ise, translusent(T), medium(M) ve opak(O) olmak üzere 3 tür üretilmektedir, böylece doğal bir dişin ışık geçirme özelliğini kolayca kopyalarak restorasyonda estetik beklentiye karşılayabilmektedir (14). Vita Realife blokların ise translusensi derecesi, Mark 2 ve Triluxe'a göre çok daha yüksektir.

Lösitle Güçlendirilmiş CAD/CAM Seramik Bloklar

İçerisinde %68 kuartz ve %18 alüminyum oksit kristalleri barındıran bu blokların cam matriksinin yapısını %35-an oranında 5-10 nanometre büyüklüğündeki lösit kristalleri oluşturmaktadır. Materyalin ışık geçirgenliği ve aşındırma etkisinin mineye olan benzerliği nedeniyle, yüksek estetik istenen bölgelerde rahatça kullanılabilir (15). Bu bloklar renk özelliklerine göre; yüksek translusensiye sahip bloklar (HT), düşük ışık geçirgenlikli bloklar (LT) ve polikromatik muti bloklar (MT) olarak 3 gruba ayrılırlar (Fradeani ve Redemagni,2002; Heffernan ve ark.,2002) .

Bu grupta sıklıkla kullanılan IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) blokları, HT ve LT olmak üzere iki ayrı şeffaflık derecesinde bulunur, ayrıca 4 Bleach renk tonundaki IPS Empress CAD LT blokları da bulunmaktadır (16,17). IPS Empress CAD Multi (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) ise, Empress CAD HT ve LT bloklardan daha yüksek translusensi özelliği gösterir ve bukalemun efekt sayesinde doğal diş yapısına en yakın ayarlamaların yapılabilmesini sağlar.

Lityum Disilikat ile Güçlendirilmiş CAD/CAM Seramik Bloklar

%70 oranında kristal içeriğe sahiptir. 1.5 nanometre büyüklüğündeki lityum disilikat kristalleri ve lityum ortafosfat cam matriksten oluşur. En yüksekte en düşüğe sırasıyla HT, MT, LT ve MO olmak üzere 4 farklı translusensi özelliği gösterirler (Guess ve ark., 2010).

Bu gruptaki IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn); HT, MT, LT, MO ve Impluse olmak üzere 5 farklı translusensi özelliği gösterir. 530 MPa gibi bir yüksek dayanım gösterir ve geniş yelpazeyle estetik beklentinin yüksek olduğu yerlerde rahatça kullanılabilir. IPS e.max CAD Impluse (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), opalescent etkisi gerektiren açık renkli veneerler için son derece uygundur. Aynı zaman IPS e.max CAD blokların, yüksek oranda renklenmiş dişlerin tedavisinde tabakalama tekniğiyle birlikte multi bloklarının kullanımı önerilmektedir (18).

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Lityum Silikat CAD/CAM Seramik Bloklar

Yapısında lityum disilikat cam seramikleri ve %10 oranında zirkonya bulundurulur. Zirkonya ve cam seramiklerin pozitif özellikleri birleştirilmiş denilebilir. Son fırınlamadan sonra yaklaşık olarak 420 MPa kırılma dayanımına sahip olur (19,20). Bu blok grubunda yer alan Vita Suprinity (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), T ve HT translusensi derecelerinde üretilmektedir. Veneerleme materyali olarak Vita VM11'in kullanımı tavsiye edilmektedir (21). Estetik düzenlemelerin yapımı ve bitim işlemleri için; Vita Azkent Plus staining ajanı veya cut-back tekniği için Vita VM 11 materyalinin kullanılabileceği belirtilmiştir (21).

Bir diğer blok çeşidi olan Celtra Duo(Dentsply, Konstanz, Almanya) ise, HT ve LT olmak üzere iki çeşittir ve 8 farklı renk tonu bulunmaktadır. HT blok inleylerde kullanılırken, LT bloğun kuronlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu bloklar, frezeleme işlemi sonrasında fazladan bir ısıl işleme tabi tutulmadan ağız içerisine uygulanabilme kolaylığı sunmaktadır.

Rezin Nanoseramik Bloklar

İçeriğinde 20 nanometre boyutunda silika ve 4-11 nm çapında zirkonya nanomer içermektedir. Bu blok çeşidiyle birlikte, kompozit materyalinin kullanım kolaylığı ve porselenin kırılmaya karşı gösterdiği dayanım gibi pozitif özellikler bir araya getirilmiştir. Bu blok grubundaki Lava Ultimate (3M ESPE, Seefeld, Almanya) HT ve LT olmak üzere iki farklı translusensi özelliği göstermektedir. LT bloklarının A1, A2, A3, A3.5, B1, C2, D2 ve Bleach olmak üzere 8 renk seçeneği mevcuttur. HT lokların ise A1, A2, A3 ve B1 olmak üzere 4 farklı renk seçeneği bulunmaktadır (Acar ve ark., 2012).

Grubun diğer bir bloğu ise Cerasmart (GC, Tokyo, Japonya)'dır. Yüksek translusensi (HT) A1, A2, A3, A3.5, B1 ve düşük translusensi (LT) A1, A2, A3, A3.5, B1 olmak üzere farklı renk ve translusensi özelliğinde bloklar mevcuttur. Yüksek translusensi özelliğine sahip bloklar genellikle, sadece mine dokusunu restore etmek amacıyla ve dişte maskeleme gerektirecek yoğun bir renklenme yoksa kullanılırken, düşük translusensi özelliğine sahip bloklar, dentini de içine alacak bir kesim gerekiyorsa ve ilgili dişlerdeki renklemeler yoğun ise tercih edilir. Cerasmart materyali ile restorasyon üretildikten sonra, renk karakterizasyonunu sağlamak ve glaze işlemini uygulamak için, bu sistem için geliştirilen 'Optiglaze color' kullanılabilir. Bu sistem ile estetik düzenlemeler istenilen şekilde yapılabilir (22,23).

Hibrit Seramik Bloklar

Bu gruptaki Vita Enamic (Vita, Bad Sackingen, Almanya), çift ağ yapısına sahip olan tek hibrit seramik olma özelliğine sahiptir. %84 seramik ağ yapısı ve %14 polimer ağ yapıdan oluşmaktadır. İnleyden non-prep veneerlere kadar çok geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. T ve HT olmak üzere iki farklı translusensi derecesine ve 6 farklı renk seçeneğine sahiptir. HT bloklar daha çok ön bölgede kullanılırken, T blokların renkleşmiş dişlerde daha başarılı olduğu bildirilmiş ve önerilmiştir (Stawarczyk ve ark., 2015). Endikasyonları inley, onley, ön ve arka bölge kuronlar, implant üstü kuron restorasyonlar, kole defektleri gibi minör defeklerin rekonstrüksiyonu ve nonprep veneerlerdir.

Frezeleme işlemi sonrasında, üretici firma tarafında geliştirilen bu bloklar için özel olarak üretilmiş cilalama setleri ile bitim işlemlerinin yapılması tavsiye edilir. Restorasyonların simantasyon işleminde ise öncelikle 60 saniye boyunca hidroflorik asitle restorasyonun pürüzlendirilmesi, sonrasında silan uygulanması ve son olarak adeziv yöntemle simante edilmesi önerilmektedir (Della Bona ve ark. 2014; Nguyen ve ark. 2014; Peumans ve ark. 2016).

Kompozit CAD/CAM Bloklar

İçeriğini farklı orandaki silika tozu, zirkonyum silikat, pigmentler-UDMA, TEGDMA gibi çeşitli materyaller oluşturmaktadır. Ağırlıkça %60'tan fazlası inorganik yapıdır. Karşıt arkta daha az aşınma yapmaları, glaze işlemine gerek duyulmaması, kolay cilalanabilirlikleri gibi cam seramiklere göre önemli avantajlara sahiptirler (24).

Yapısında monokromatik yapıda zirkonya ve silika doldurucular bulundurmaktadır. Bu grupta bulunan Paradigm MZ-100 Blok (3M ESPE, Seefeld, Almanya) HT ve LT olmak üzere 2 çeşit translusensiye, her iki çeşit translusensi için de 4'er çeşit renk değerine sahiptir (25). Diğer bir

blok olan Tetric CAD (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) ise, HT ve MT olmak üzere iki çeşit translusensi değerine sahiptir. MT için BL, A1, A2, A3, A3.5 ve HT için A1, A2, A3, A3.5 olmak üzere toplam 9 farklı renk seçeneğine sahiptir.

Polimer Esaslı CAD/CAM Bloklar

Kısa süreli kullanım sağlayan geçicilerden, implant restorasyonları için kullanılması gerekli olabilen uzun süreçli geçicilere olan yönelim, bu alanda kullanılan blokların gelişimini desteklemektedir.

Yüksek çoğunlukla geçici yapımı için kullanılan bu bloklara örnek olarak Telio CAD (Ivoclar,Vivadent) verilebilir. LT olmak üzere tek translusensi değeri gösterirler. B1, BL3, A1, A2, A3 ve A3.5 olmak üzere toplam 6 farklı renk seçeneği mevcuttur (26).

Monolitik Zirkonya Bloklar

Bu blokların içeriğinde; %87-95 oranında zirkonyum oksit ve konvansiyonel olanlarında %3 oranında, diğerlerinde ortalama 4-6 oranında yitrium oksit ve diğer oksitler bulunmaktadır. Bu blok grubunda VITA YZ HT/ST/XT (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) bloklar bulunmaktadır. En yüksek yitrium oksit oranı %8 ile VITA YZ XT bloklarda bulunmaktadır. Bu bloklar için en önemli detay; yapısında bulunan alumina içeriğinin %0.01'e kadar azaltılmış olmasının, ışık geçirgenliğinin önemli ölçüde artışına katkı sağlamasıdır (Zhang ve ark. 2013). Aynı zamanda içeriğinde barındırdığı gren boyutunun daha büyük oluşu, partiküllerin düzenli dağılımına sebep olur ve translusensi değerini artırır. Homojen partikül dizilimi sağlanmıştır.

VITA YZ HT yüksek translusensi gösterir, renkli ve renksiz olmak üzere iki renk seçeneği vardır. VITA YZ ST, renksiz, monokromatik-diş renginde ve polikromatik-diş renginde olmak üzere 3 renk seçeneği sunar. Aynı zamanda posteriorda monolitik ve kısmi kaplı restorasyonlar için süper translusensi özelliği göstermektedir. VITA YZ XT ise renksiz, monokromatik ve polikromatik olmak üzere 3 renk seçeneği sunar ve anteriorda ekstra translusent özellik gösterir.

SONUÇ

Hekim en doğru tedaviyi uygularken istenilen rengin elde edilebilmesi için, kullanılan seramiğin yapısı ve kalınlığına, alttaki dişin rengine, simantasyonda kullanılan kompozit rezin simanının rengine ve ışık geçirgenliği değerlerine dikkat etmelidir. Diş hekiminin klinikte materyal seçiminde bu faktörleri göz önüne alarak seçim yapması esastır.

Bahsedilen seramik ve kompozit içerikli CAD/CAM bloklarının translusensi özelliklerinin; ışık, doygunluk, parlaklık, yapısındaki gren-

lerin büyüklüğü ve dizilimi, uygulanan üretim yöntemleri gibi birçok faktöre bağlı olduğu unutulmamalı, özellikle ön bölge estetik restorasyonlar için seçim yapılırken tüm bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ve tüm bileşenlerin birlikte incelenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Touati B, Miara P, Nathason D. *Esthetic dentistry and ceramic restorations*. London: Martin Dunitz Ltd 1999.
2. Lee SH, Lee YK. Effect of thermocycling on optical parameters of resin composites by the brand and shade. *American journal of dentistry*. 2008;21(6):361-7.
3. Ryan EA, Tam LE, McComb D. Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *Journal (Canadian Dental Association)*. 2010;76:a84.
4. Meirles SS, Demarco FF, dos Santos Ida S, Dumith Sole C, Bona AD. Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth color classification. *Oper Dent* 2008;33:121-6.
5. Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand* 2009;67:57-64.
6. Derdilopoulou FV, Zanter C, Neumann K, Kielbassa AM. Evaluation of visual and spectrophotometric shade analysis: a clinical comparison of 3758 teeth. *Int J Prosthodont* 2007;20:414-6.
7. Mörmann WH. The evolution of the Cerec system *J Am Dent Assoc* 2006;137(9):7-13.
8. Schneider, P. M., Messer, L. B. & Douglas, W. H. The Effect of Enamel Surface Reduction in vitro on the Bonding of Composite Resin to Permanent Human Enamel. *J. Dent. Res.* **60**, 895–900 (1981).
9. Leinfelder KF, Isenberg BP, Essing Me. A new method for generating ceramic restorations: A CAD/CAM system. *J Am Dent Assoc* 1989; 118: 703-707
10. Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26(7):507-12
11. Mörmann WH, Schug J. Grinding precision and accuracy of fit of CEREC 2 CAD/CIM inlays. *J Am Dent Assoc* 1997;128(1): 47-53.
12. Conrad, H. J., Seong, W.-J. & Pesun, I. J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *J. Prosthet. Dent.* **98**, 389–404 (2007).
13. Oh WS, Koh IW, O'Brien WJ. Estimation of visual shade matching errors with 2 shade guides. *Quintessence Int* 2009; 40:833-6.
14. CEREC CAD/CAM Materials | Dentsply Sirona [Internet]. [a.yer 20 Temmuz 2019]. Erişim adresi: <https://www.dentsplysirona.com/en/explore/cerec/cad-cam-materials.html>

15. Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-, feldspar- leucite-, mica-and zirconia-based ceramics. *J Dent.* 2000;28(7):529–535.
16. Pagniano Jr RP, Seghi RR, Rosenstiel SF, Wang R, Katsube N. The effect of a layer of resin luting agent on the biaxial flexure strength of two all-ceramic systems. *J Prosthet Dent.* 2005;93(5):459–466.
17. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrumental shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642
18. Asai T, Kazama R, Fukushima M, Okiji T. Effect of overglazed and polished surface finishes on the compressive fracture strength of machinable ceramic materials. *Dent Mater J.* 2010;29(6):661–667.
19. Denry, I. & Kelly, J. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent. Mater.* **24**, 299–307 (2008).
20. Rinke, S., Pabel, A.-K., Rödiger, M. & Ziebolz, D. Chairside Fabrication of an All-Ceramic Partial Crown Using a Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Ceramic. *Case Rep. Dent.* **2016**, 1–7 (2016).
21. Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent* 2015;113:534-40.
22. GC Cerasmart Product Description. 2014; 800.323.7063 www.gcamerica.com.
23. Güth JF, Zuch T, Zwinge S, Engels J, Stimmelmayer M, Edelhoff D. Optical properties of manually and CAD/CAM-fabricated polymers. *Dent Mater J* 2013;32:865-71
24. Wolfram Ho" land, Marcel Schweiger, Martin Frank, Volker Rheinberger. A Comparison of the Microstructure and Properties of the IPS EmpressT2 and the IPS EmpressT Glass-Ceramics. *J Biomed Mater Res* (2000).
25. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015;28(3):227- 235.
26. Telio CAD- Ivoclar Vivadent Brochure. <https://www.ivoclarvivadent.com.tr/tr/p/tum/telio-cad/telio-cad>.

Bölüm 6

TİROİD KANSERİ VE GENETİK YAKLAŞIMI

Şeref Buğra TUNCER¹

Betül ÇELİK²

¹ İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD, Kanser Genetiği BD. İstanbul, Türkiye (tuncerbugra@gmail.com) orcid id: 0000-0001-8023-3223

² İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD, Kanser Genetiği BD. İstanbul, Türkiye (celikbetul6@gmail.com), orcid id: 0000-0001-7923-275X

1.Giriş

Tiroid kanseri, tiroid parankimal hücrelerinden kaynaklanan bir malignitedir. Ölüm oranı son birkaç yılda sabit kalırken, insidansı dünya çapında istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Tiroid kanserinin klinik prognozu yavaş ilerleyen tümörlerden yüksek ölüm oranlarına sahip agresif tümörlere kadar oldukça değişkendir. İlerlemiş tiroid kanseri için son teknoloji tedavi seçenekleri vardır, ancak artan veriler, düşük riskli tiroid tümörlerinin çok fazla tedavi edilmemesi gerektiği yönündedir. Bu nedenle, tiroid kanseri türlerinin ve yönetiminin tam olarak anlaşılması, hastaya uygun tedavinin sağlanmasında büyük önem taşımaktadır.

Tiroid kanseri, tiroid parankimal hücrelerinin malignitesidir. Tiroid bezi histolojik olarak iki ana parankimal hücre tipinden köken almaktadır: diferansiye tiroid kanserine (DTC) yol açan tiroid foliküler hücreler ve medüller tiroid kanserine (MTC) yol açan parafoliküler veya C hücreler. Foliküler hücreler kolloid folikülleri kaplarken, hem iyodu konsantre eder ve hem de tiroid hormonlarını üretir. Bu hücreler hem iyi farklılaşmış kanserlere (papiller ve foliküler) hem de anaplastik tiroid kanserine yol açmaktadır. C veya parafoliküler hücre tipi olarak bilinen diğer hücreler ise kalsitonin hormonu üretmekte ve medüller tiroid karsinomuna (MTC) yol açmaktadır. DTC, tüm tiroid malignitelerinin %90-95'ini oluşturan papiller tiroid kanseri (PTC), foliküler tiroid kanseri (FTC) ve Hurthle hücre kanserlerini içermektedir. MTC ise tiroid tümörlerinin yaklaşık %1 ila %2'sini oluşturmaktayken ve anaplastik tiroid karsinomu tüm tiroid kanserlerinin %1'inden azını oluşturur(A. M. Noone, 2017).

2.Tiroid Kanseri Etiyolojisi

PTC ve FTC 'in %5'i ailesel iken bu oran MTC'i için %15 ila %30'dur(Y. E. NikiforovM. N. Nikiforova, 2011). Mitojenle aktive olan protein kinaz(MAPK) hücrel sinyal yolağında bulunan genlerde meydana mutasyonlar ve translokasyonlar, çoğu tiroid kanserinin genetik temeli olarak kabul edilmektedir(J. A. Fagin, 2004).

2.1.PTC

BRAF geninde meydana gelen *BRAF* V600E nokta mutasyonu, PTC'de %29-69 oranında görülmekteyken ve PTC ile ilişkili anaplastik tiroid kanserinde % 12 oranında rastlanan en yaygın mutasyondur(T. CarlingR. Udelsman, 2014).*RET*-papiller tiroid kanserinin (*RET/PTC*) translokasyonu ise, PTC'nin yaklaşık %7'sinde meydana gelir(N. Cancer Genome Atlas Research, 2014). *RAS* proto-onkogenindeki mutasyonlar, foliküler varyant PTC'nin (FVPTC) %10-20'sinde meydana gelmektedir(Y. E. NikiforovM. N. Nikiforova, 2011).

2.2.FTC

RAS proto-onkogeninde ortaya çıkan mutasyonlar, FTC'de %40 ila %50 oranında görülmektedir.*PAX8*-peroksizom proliferatör ile aktive olan reseptör γ (*PPAR* γ) translokasyonu, FTC'nin yaklaşık %30 ila %35'inde tanımlanmıştır(P. RamanR. J. Koenig, 2014).

2.3.Anaplastik

Anaplastik tiroid kanserli vakaların yaklaşık %50 ila 80'inde erken evrede *TP53* tümör süpresör geninde meydana gelen inaktive edici mutasyonlar tanımlanmıştır(P. Hou, 2007; M. N. Nikiforova, 2013; L. Santarpia, 2008). Ayrıca anaplastik tiroid kanserlerinin %66'sının *CTNNB1* geninde mutasyon barındırdığı tespit edilmiştir(T. CarlingR. Udelsman, 2014). *RAS* mutasyonları ise anaplastik tiroid kanserlerinin %20 ila %40'ı ile ilişkilidir.

2.4.MTC

Kalıtsal MTC tümörlerinin yaklaşık %25'inde *RET* proto-onkogeninin germline mutasyonları ve %25'inde *RAS* mutasyonları tanımlanmıştır.

TERT geninde meydana gelen ve yaygın olmayan gen mutasyonu özellikle oldukça agresif PTC tiroid kanseri gelişimi ile ilişkilendirilmiştir(I. Landa, 2013). DTC, otozomal dominant kalıtım gösterebilir veya tümör yatkınlık sendromlarının bir parçası olarak kabul edilebilir(C. D. MalchoffD. M. Malchoff, 2006).

3.Tiroid Kanseri Epidemiyolojisi

Tiroid Kanseri, tüm malignitelerin %1 ila %4'ünü oluşturan ve Amerika Birleşik Devletleri'nde kadınlarda en sık görülen beşinci kanserdir(R. L. Siegel, 2015) ve kadınlarda erkeklere göre üç kat daha fazla görülmektedir(S. Franceschi, 1993). Tüm dünyada tiroid kanseri insidansında düzenli bir artış olmuştur; özellikle, PTC oranı son otuz yılda %240 artmıştır(L. DaviesH. G. Welch, 2006). İnsidanstaki bu artış, her iki cinsiyette ve tüm ırklarda gözlenmiştir ve bunun öncelikle tanısal görüntüleme sistemlerindeki artış olduğu düşünülmektedir(L. Davies, 2010; C. Zhu, 2009). PTC en yaygın endokrin kanseridir ve endokrin kanserlerine bağlı tüm yeni kanserlerin %96'sından ve ölümlerin ise %66.8'inden sorumludur(R. Siegel, 2013). Çoğu tiroid kanseri foliküler epitelden türetilir, PTC ve FTC anaplastik tiroid kanserinden çok daha yaygındır(K. A. Echanique, 2019; J. Pancer, 2019).

Cinsiyet(R. L. Siegel, 2015), ailede tiroid kanseri öyküsü(M. R. Galanti, 1997) ve çocukluk döneminde tiroid bezine radyasyona maruziyeti [15] DTC ile ilişkili başlıca risk faktörleridir(J. RobbinsA. B. Schneider,

2000). Tiroidlere radyasyon maruziyeti dış kaynaklı olabileceği gibi radyoaktif maddelerin yutulmasından da kaynaklanabilir. Çernobil kazasından sonraki ilk on yılda, Belarus'un bazı bölgelerinde 15 yaşın altındaki bireylerde tiroid kanser oranlarında 100 kat artış görülmüştür(J. RobbinsA. B. Schneider, 2000) ve bu oran radyasyona bağlı tiroid kanseri gelişiminde maruz kalma yaşının önemini yansıtmaktadır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009). Epidemiyolojik çalışmalar, birinci derece akrabalarında iyi diferansiye tiroid kanseri olan ve tiroid neoplazisine sahip olan kişilerin normal popülasyona göre tiroid kanseri geliştirme riskinin dört ila on kat daha fazla olduğunu göstermiştir(M. R. Galanti, 1997).

Moleküler patolojisi iyi tanımlanan MTC'nin aksine, foliküler hücre kaynaklı tiroid kanserinin moleküler ve klinik genetiği daha az nettir. İyi diferansiye tiroid kanseri, bazı sendromlarda olduğu gibi hem otozomal dominant bir şekilde kalıtsal olabilir hem de diğer tümör yatkınlık sendromlarında artan bir insidansa sahiptir(C. D. MalchoffD. M. Malchoff, 2006). Ailesel olmayan foliküler hücrelerden köken alan tiroid kanserinde tanımlanan en yaygın bilinen genetik değişiklikler: *RET/PTC* yeniden düzenlenmesi, *BRAF* mutasyonu, *NTRK1* yeniden düzenlenmesi, *RAS* mutasyonu, *PPARG* yeniden düzenlenmesi, *CTNNB1* mutasyonu, *TP53* mutasyonlarıdır.

4. Tiroid Kanseri Tanı ve Patolojisi

Tiroid kanserlerinin büyük çoğunluğu hasta veya klinisyen tarafından yapılan fiziki muayene sırasında veya diğer rahatsızlıklar için boyun görüntülemesi esnasında tespit edilen tiroid nodülleri olarak ortaya çıkmaktadır. Tiroid nodüllerinin küçük bir kısmı maligndir. Genel popülasyonda tespit edilen tiroid nodüllerinde ~%5–10 malignite olasılığı vardır, ancak erkekler ve ileri yaştaki hastalar daha yüksek risk altında bulunmaktadır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009).

Nodül boyutunun hızla büyümesi, dispne, disfaji veya ses kısıklığı öyküsü, Horner sendromu gelişimi tiroid kanserinde endişe verici bulgulardır. Ailede tiroid kanseri öyküsü ise kapsamlı bir araştırmayı gerektirmektedir. Boyunda sertlik ve hareketsizlik, büyük nodül boyutu, çevre dokulara yapışıklık ve lenfadenopati varlığı artan karsinom olasılığını gösteren önemli ipuçlarıdır. Bununla birlikte, bu özellikler malignite için özgüllükten yoksundur. Bir hasta bir tiroid cerrahına başvurduğunda, laringoskopi sadece ameliyat öncesi değerlendirmede değil, aynı zamanda bir tiroid nodülünün değerlendirilmesinde de önemlidir. Vokal kord paralizi ise genellikle ileri tiroid malignitesi ile ilişkilidir. Tiroid uyarıcı hormon (TSH) ölçümü de dahil olmak üzere tiroid fonksiyon testi, tiroid

fonksiyon bozukluğunun altında yatan nedenleri belirlemek için kullanılsa da iyi huylu ve kötü huylu nodülleri ayırt etmede kullanılmamalıdır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009). Bununla birlikte, bir tiroid nodülü durumunda baskılanmış bir TSH seviyesi, bir nodül varlığını düşündürür. Bu “sıcak nodüller” nadiren kötü huylu olduklarından ve ince iğne aspirasyonunu (İİA) bulguları genellikle yanıltıcı olduğundan, ince iğne aspirasyonuna (İİA) kullanılmamalıdır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009). Tiroid nodülü olan hastalarda sporadik veya ailesel MTC’den şüphelenildiğinde serum kalsitonin düzeyi belirlenmelidir(F. American Thyroid Association Guidelines Task, 2009). Yüksek çözünürlüklü ultrasonografi, tiroid nodüllerini değerlendirmek, palpasyonla fark edilmeyen çoklu nodülleri saptamak, İİA performansına yardımcı olmak ve şüpheli servikal lenf nodlarının varlığını değerlendirmek için klinik muayeneyede de oldukça önemlidir. Ultrasonografi bir lezyonun kistik mi yoksa solid mi olduğunu belirleyebilir ve tamamen kistik tiroid lezyonlarının büyük çoğunluğu iyi huyludur. İİA kullanılarak yapılan sitolojik tanının doğruluğu %70 ile %97 arasında değişmektedir ve büyük ölçüde hem biyopsiyi yapan kişinin hem de sitopatologun yorum yapma becerisine bağlıdır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009). Tiroid İİA yapıldığında, yaklaşık %70’i iyi huylu, %4 ‘ü kötü huylu ve %10’u şüpheli veya belirsiz olarak sınıflandırılırken ve %17’si yetersiz örnek olarak kabul edilmektedir(C. G. Theoharis, 2009).

Foliküler neoplazmların malign potansiyeli nadir olarak sitolojik değerlendirme ile belirlenir; bu nedenle, bu tür lezyonlardan alınan biyopsiler genellikle şüpheli veya belirsiz olarak sınıflandırılır ve çoğu cerrahi rezeksiyona gelir. Foliküler adenomlar ve foliküler karsinom hücreleri sitolojik olarak aynı görünür; sadece histolojik örneklerde kapsüler veya vasküler invazyon tanımlanarak kanser teşhisi konulabilir. Hurthle hücreli numuneler çoğunlukla aynı şekilde tedavi edilmekteyken; yoğun Hurthle hücre değişiklikleri Hashimoto tiroiditinde görülebilir. İİA ile belirsiz olarak sınıflandırılan foliküler ve Hurthle hücreli nodüllerin yaklaşık %20 -30’u maligndir.

Ameliyatta bulunan malignitler için daha ayırt edici sitolojik alt sınıflandırmalar geliştirmek amacıyla İİA örneklerinden elde edilen çeşitli moleküler belirteçler araştırılmıştır. *BRAF* (B-tipi Raf kinaz) mutasyon analizi, *RET/PTC* yeniden düzenlenmesi ve *RAS* mutasyonlarının analizi, yakın zamanda sitolojik numunelerde kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir(Y. E. Nikiforov, 2009; M. Xing, 2010). Bazı kurumlarda ise İİA örneklerinde bu tür biyobelirteçlerin analizi, preoperatif tanının doğruluğunu artırmak için rutin hale gelmiştir(A. J. Adeniran, 2011).

Papiller tiroid kanseri, gelişmiş ülkelerde yeterli iyot takviyesinin alındığı diyetlerde ortaya çıkan malign epitelyal tiroid tümörlerinin yaklaşık %80-85'ini oluşturmaktadır. Mikroskopik olarak, papiller karsinomlar papilla varlığı, papilla içermediği durumlarda ise tamamen foliküler şekilli olacak şekilde foliküler varyant olarak sınıflandırılır. Biyolojik olarak, tüm bu tümörler, foliküler patern derecelerinden bağımsız olarak benzer klinik özellikler gösterirler. Papiller karsinom, lenfatik boşluklara sızma eğilimine sahiptir ve bu nedenle, mikroskopik multimodal lezyonların yanı sıra yüksek sayıda lenf nodu metastaz insidansına yol açmaktadır. 1 cm'den küçük papiller tiroid karsinomları mikrokarsinomlar olarak adlandırılır.

Foliküler tiroid karsinomu (FTC), tiroid malignitelerinin yaklaşık %5-10'unu oluşturan bir tümördür (V. A. Livolsi S. L. Asa, 1994). İyotlu tuzun piyasaya sürülmesinden önce, foliküler karsinom çok daha sık teşhis edilmekteydi. Yavaş yayılan iyi diferansiye tiroid karsinomlarının aksine, bu tümörlerin alt tipleri daha agresif olarak tanımlanmış ve bu nedenle ortalama farklılaşmış tiroid kanserleri olarak adlandırılmıştır. Bu tümörler, tüm tiroid kanserlerinin yaklaşık %10-15'ini oluşturmaktadır (T. Carling, 2007). Bunlar Hurthle hücreli (onkositik, oksifilik) karsinomların yanı sıra uzun hücreli varyant, oval hücre varyantı, yaygın sklerozan varyant ve insular karsinom gibi PTC varyantlarını içermektedir.

5.Tiroid Kanseri Histopatolojisi

5.1.PTC

Mikroskopik olarak, PTC'nin karakteristik özelliği papilla oluşumudur. Papilla, fibrovasküler bir çekirdeği çevreleyen tümör hücreleri katmanlarından oluşmaktadır. Klasik PTC'de tipik olarak folikül yoktur. Tipik hücresel histomorfoloji, genellikle buzlu cam olarak tanımlanan, ince granüler kromatine sahip büyük ve berrak çekirdekli hücreleri içerir.

Muhtemelen nekroza uğramış papilladan türeyen kalsifiye hücre kümeleri olan psammoma cisimleri de yaygındır (C. Means, 2019). PTC'nin bazı varyantları papilla oluşturmaz ve PTC'nin foliküler varyantları olarak adlandırılır. Uzun hücreli varyant, kolumnar varyant, insular karsinom ve yaygın sklerozan varyant gibi PTC varyantları, klasik PTC'den daha agresiftir ve ara diferansiyasyonlu tiroid kanserleri olarak adlandırılmaktadır (T. Carling, 2007).

5.2.FTC

FTC'nin histolojik özellikleri, iyi diferansiye bir foliküler modelden, belirgin nükleer atipi, folikül yokluğu, yaygın kapsüler veya vasküler invazyon ile kötü farklılaştırılmış bir modele kadar oldukça değişken olabilir. Sonraki değişiklikler kötü bir prognoz ile ilişkilidir (P. Collini, 2003).

Foliküler bir karsinomu iyi huylu bir foliküler adenomdan ayırt etmek sadece ekstrakapsüler ve/veya vasküler invazyona dayalı olarak yapılabilir. FTC ayrıca invazyonun boyutuna bağlı olarak minimal invaziv, kapsüllü anjiyoinvaziv ve geniş çapta invaziv olarak sınıflandırılır.

5.3.Hurthle hücreli karsinom

Bu, bol sitoplazmalı (onkositler) ve belirgin nükleollere sahip eozinofilik oksifilik hücrelerin oluşumu ile karakterizedir(E. S. CibasS. Z. Ali, 2009)

5.4.MTC

Parafoliküler C hücrelerinden köken aldığı göz önüne alındığında, histolojik özellikleri, folikül oluşumu olmayan iç şeklindeki hücrelerin varlığıdır. Amiloid birikimi ve kalsitonin immünoreaktivitesi tipik olarak mevcuttur.

5.5.Anaplastik tiroid karsinomu

İğsi hücreli, pleomorfik dev hücreli ve skuamoid varyantlar Anaplastik tiroid karsinomlarının olağan histolojik varyantlardır(M. L. Carcangiu, 1985). Bu kanserlerin çoğu, 2 veya 3 varyantın karışık bir morfolojisinden oluşmaktadır. Atipik mitoz ve çok sayıda mitotik figür çok yaygındır. Bu kanserlerin tiroid transkripsiyon faktörü 1 (TTF1), PAX 8 veya tiroglobulin ile boyanma olasılığı daha düşüktür.

6.Fiziki Görünüm

DTC'de en yaygın görülen özellik ya boyun şişmesi (hasta veya bir klinisyen tarafından saptanır) ya da boyun görüntülenmesinde tesadüfen saptanan tiroid nodülüdür. Genel populasyonda bir tiroid nodülünün malignite riski, erkeklerde ve ileri yaşlarda daha yüksek olmakla birlikte %5 ila %10 civarındadır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009).

Dikkatli fizik muayene, bu belirti ve semptomların özgülüğü olmasına rağmen, düşük riskli ve yüksek riskli nodülleri ayırt etmeye yardımcı olmaktadır. Hasta öyküsünde malignite ile ilgili olabilecek özellikler arasında ses kısıklığı, disfaji, dispne veya Horner Sendromu gibi semptomlar ile birlikte nodülün boyutunda ani bir artışın yanı sıra ailede tiroid kanseri öyküsü, çocuklukta baş boyun bölgesine radyasyon tedavisi veya kilo kaybı ve yorgunluk gibi sistemik etkilerin ortaya çıkması yer alır. Boynun fizik muayenesinde nodülün sertliği, hareketsizliği ve boyun lenf nodlarının varlığı malignite şüphesini düşündürerek ve ileri değerlendirmeye yol açmalıdır. Ayrıca, anaplastik tiroid kanseri, hızla büyüyen bir boyun kitlesi ve aero-sindirim sistemi semptomlarının hızla ortaya çıkması ile belirlenebilir. Bazı hastalar ateş, kilo kaybı ve iştahsızlık gibi ya-

pısal semptomlarla başvurabilir(T. C. Chang, 1989; M. R. Galanti, 1997).

7.Değerlendirme

Tiroid fonksiyon paneli tiroid nodülü olan bir hastada en uygun başlangıç değerlendirmesidir. Hipertiroidi durumu genellikle daha düşük malignite riski ile ilişkilidir ve bu tür hastalarda bir radyonüklid alım taraması önerilmektedir. Nodül/nodüller hiperfonksiyon olarak tanımlanır, genellikle ince iğne aspirasyon biyopsisinden (İİAB) kaçınılmalıdır. Bunun nedeni, bu nodüllerin nadiren malign olması ve hiperfonksiyonel nodüller için İİAB sonuçlarının sıklıkla hatalı olmasıdır(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009).

Biyokimyasal olarak ötiroid veya hipotiroid durumunda tiroid nodülünün değerlendirilmesine yüksek çözünürlüklü tanısal tiroid ultrasonu ile başlanmalıdır. Bu, nodüllerin yüksek riskli özellikler açısından değerlendirilmesine, fizik muayenede hissedilmeyen ek nodüllerin saptanmasına, boyun lenf nodlarının değerlendirilmesine yardımcı olabilir. Ultrasondaki yüksek riskli özellikler arasında önceki görüntülemeye göre nodül boyutunda önemli bir artış olması, hipoekojenite, düzensiz kenarlar, mikrokalsifikasyonlar, ekstra-tiroidal yayılım ve merkezi vaskülarite yer alır. Daha düşük bir malignite riski ile ilişkili özellikler arasında ise, tamamen kistik bir nodül, süngerimsi görünüm, kuyruklu yıldız kuyruğu gölgelenmesi ve periferik vaskülarite yer almaktadır. İİAB için nodül uygulama kararı, Tiroid Görüntüleme Raporlama ve Veri Sistemi (TIRADS) veya Amerikan Tiroid Birliği (ATA) kriterlerinin rehberliğinde bu radyolojik kriterlere dayanmalıdır, ancak görüntüleme kriterlerinden bağımsız olarak klinik endikasyonlara da önem verilmelidir(B. R. Haugen, 2016; E. Horvath, 2017).

7.1.İİAB'nin Sınırlamaları

İİAB'nin tanısal doğruluğu, işlemi uygulayan kişinin ve sonuçları yorumlayan patoloğun becerisine bağlı olarak doğruluğu %70 ila 97 arasında değişir. İİAB'nin yaklaşık %17 ila %20'si yetersiz numuneler olarak sınıflandırılır(C. G. Theoharis, 2009). Ayrıca, İİAB, nodülün genel yapısının değil hücresel özelliklerin analizine izin verdiğinden, PTC'nin teşhisi için mükemmeldir, ancak FTC tarafından kapsüler veya vasküler invazyonları tespit edemez. Aynı durum Hurthle hücreli neoplazmalar içinde geçerlidir.

7.2.Tiroid Sitopatolojisini Raporlamada Bethesda Sistemi

İİAB sonuçları genellikle biyopsi sonuçlarını sitolojiye göre sınıflandıran ve başka bir eylem planı öneren Bethesda Tiroid Sitolojisi Rapor Etme Kriterlerine göre raporlanır(E. S. CibasS. Z. Ali, 2009).

Bethesda Kategori 1, tanısal olmayan İİAB'nin göstergesidir; yenisinden aspirasyon önerilir.

Bethesda Kategori 2, periyodik tiroid ultrason ile klinik olarak izlenebilen iyi huylu bir nodülü düşündürür.

Bethesda Kategori 3 (Önemi belirsiz atipi, önemi belirsiz AUS veya Foliküler lezyon, FLUS) ve 4 (foliküler neoplazm veya foliküler neoplazm için şüpheli), tiroid kanserinin dahil edilmesinin veya dışlanması net olmadığını ve bu hastaların tekrarlanan İİAB'den (Kategori 3), moleküler testten veya lobektomiden (Kategori 3 ve 4) fayda sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Bethesda Kategori 5 (Malignite için şüpheli) ve 6 (Malign) genellikle operasyon gerektirir.

8.Tiroid Kanserinde Moleküler Testin Rolü

Moleküler testler genellikle sitolojinin belirsiz olduğu Bethesda kategori 3 ve 4'te kullanılır(B. R. Haugen, 2016). Yakın geçmişte, *BRAF* V600E veya *RET/PTC* translokasyonları gibi tek mutasyonlar için testler yapılmaktadır. Bu testler %100 oranda özgüllük sağlarken, duyarlılıkları genellikle zayıftır (%50 ila %60) (A. J. Adeniran, 2011; S. K. Kim, 2011).

8.1. Moleküler Tanı Yaklaşımları

1-*BRAF* V600E, *HRAS*, *KRAS* ve *NRAS* genlerindeki nokta mutasyonları ile *RET/PTC1*, *PAX8/PPARγ* ve *RET/PTC3* dahil olmak üzere Tiroid kanserinin yaklaşık %70'ini oluşturan translokasyonları içeren gen mutasyon profillemesi panelleri testlerin duyarlılığını ve negatif tahminini >%90'a yükseltmiştir (Y. E. Nikiforov, 2011). Bu nedenle, mutasyon testleri tiroid kanseri için faydalıdır (Y. E. Nikiforov, 2011).se

2- 167-Gen ekspresyon sınıflandırma ile güçlü bir negatif tahmin değeri sağlarken, pozitif tahmin değeri yalnızca %50 civarındadır(E. K. Alexander, 2012).

Tiroid nodüllerinin maligniteler açısından değerlendirilmesinde CT ve MRI taramaları rutin yöntemler olmasa da, daha ileri seviye hastalıklarda veya şüpheli bir kitle ile birlikte genişlemiş servikal nodüllerde lokal yayılımın değerlendirilmesinde kullanımları uygun olabilir.

9.Papiller ve Foliküler Tiroid Kanseri Tedavisi

9.1.Cerrahi tedavi

Cerrahi rezeksiyon, hem PTC'de hem de FTC'de en önemli tedavi yöntemi olmaya devam etmektedir, ardından radyoyodin ablasyonu (RAI ablasyonu) ve tiroid hormonu ile baskılama tedavisi gelmektedir(N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009;

F. Pacini, 2006). Sistemik radyasyon ve kemoterapi, geleneksel yöntemlere dirençli ileri vakalarda kullanılabilmelerine rağmen, tedavide nadiren önemli bir rol oynarlar.

Komplikasyon riskini, özellikle de tekrarlayan laringeal sinir hasarı ve hipoparatiroidizm riskini en aza indirmek için, deneyimli tiroid cerrahları tarafından gerçekleştirilecek cerrahi önerilir(M. A. Adam, 2017).

Ameliyat öncesi boyun ultrasonu uygun cerrahi prosedüre karar vermede çok önemlidir. Cerrahi rezeksiyon, lenf nodu diseksiyonu olan veya olmayan hemitiroidektomi veya total tiroidektomi olabilir. Cerrahi seçimi tümör boyutuna, lenf nodu metastazı varlığına, ekstratiroidal yayılımı, hastanın yaşına ve komorbid durumların varlığına veya yokluğuna bağlıdır. Lokal olarak ilerlemiş hastalığı olan hastalarda, ek olarak boyun görüntülenmesi önerilir. Çocukluk çağında baş ve boyun bölgelerine ışın tedavisi veya güçlü bir aile tiroid kanseri öyküsü gibi total tiroidektomi için gerekli endikasyonlar olmadıkça, tek taraflı ve boyutu 1 cm'den düşük olan DTC için tiroid lobektomisi tercih edilir.

Ekstratiroidal veya lenfatik invazyon olmayan 1 ile 4 cm arasındaki tümör boyutları için, hasta tercihin ve risk faktörlerine bağlı olarak tercih edilen prosedür total tiroidektomi veya lobektomi olabilir. Bu karar, patoloji sonuçlarına bağlı olarak tamamlayıcı tiroidektomi gerekebileceğinin farkında olarak hasta tarafından verilmelidir.

4 cm'den büyük, tiroid dışı veya lenf nodu invazyonu olan tümörler için, bu tür kanserlerde yüksek multifokal karsinom riski olduğundan total tiroidektomi tercih edilen cerrahi prosedürdür. Ayrıca, bir tümör belirtici olarak tiroglobulin ile RAI ablasyonunu ve gelecekteki sürveyansı kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

Lenf nodu diseksiyonu kararı hasta bazında verilmelidir ve profilaktik nod diseksiyonunun kanıtlanmış sağ kalım yararı hakkında hala birçok tartışma vardır. Kanıtlanmış veya şüphelenilen PTC'si olan tüm hastalar, olası nodal metastaz için hem merkezi hem de lateral boyunun kapsamlı bir incelemesinden geçmelidir. Rutin olarak Lateral boyun kısımlarına tiroidektomide girilmez ve lenfatik yayılma için bir endişe varsa ameliyat öncesi ultrason ve ardından İİAB ile değerlendirilmelidir. Patolojik nodüllerin varlığı doğrulanırsa ipsilateral boyun diseksiyonu ile tespit edilen lenf nodları çıkarılabilir. Santral boyun lenf nodlarının yerleşimi nedeniyle ameliyat öncesi değerlendirilmesi zordur. Ameliyat sırasında santral boyunun dikkatli bir muayenesi ve palpasyonu yapılmalı ve anormal nodüller bulunursa boyun diseksiyonu yapılmalıdır.

9.2.Ameliyat Sonrası Risk Sınıflandırması

Özellikle RAI ablasyonu ile ek tedavi ihtiyacını belirlemek için ameliyat sonrası risk sınıflandırması yapılmalıdır. Amerikan Kanser Ortak Komisyonu'nun (AJCC) TNM (Tümör, Nodül, Metastaz) risk sınıflandırması hastalığa özgü mortaliteyi tahmin ederken, yaygın olarak kullanılan Amerikan Tiroid Birliği (ATA) risk sınıflandırma sistemi, hastalığın kalıcılığını veya tekrarını tahmin etmeye yardımcı olur (M. B. Amin, 2017).

TNM-AJCC sistemi, tümör boyutu, ekstratiroidal invazyon varlığı ve yaygınlığı, nodül metastaz sayısı ve distal metastaz olup olmadığı gibi faktörleri hesaba katar. Yaş, tiroid kanserli hastalarda mortaliteyi öngörmeye önemli bir faktördür ve hastalığın evrelemesindeki rolü de önemlidir. Tanı anında 55 yaşın altındaki hastalara en fazla evre II tanı konur (R. M. Tuttle A. S. Alzahrani, 2019).

9.3. Radyoiyodin (RAI) Ablasyon Tedavisi

Tiroidektomi sonrası RAI tedavisi, normal rezidüel tiroid dokusunun kalan ablasyonu için, subklinik mikrometastazlar için adjuvan tedavi olarak veya belirgin lokal veya uzak metastaz tedavisi olarak kullanılır. ATA risk sınıflandırma sistemine göre yüksek riskli ve orta riskli hastalar, RAI ablasyonundan yararlanabilir. RAI tedavisine aday olan hastalar, hücre içi iyot düzeyini azaltmak için tedaviden 1 ila 2 hafta önce düşük iyotlu bir diyet sürdürmelidir; tiroid foliküler hücrelerinin iyot aviditesini iyileştirmek için iyotlu kontrast veya amiodaron gibi büyük iyot uygulamalarına karşı da uyarılmalıdır. RAI ablasyonu, 30mIU/litre veya üzeri tiroid uyarıcı hormon (TSH) hormonu verildiğinde ve tiroid hormonu baskılandığında en iyi sonucu verir. Bu TSH düzeyi, ya tiroid hormonlarının baskılanması ya da eksojen rekombinant insan TSH'sinin uygulanması yoluyla elde edilebilir.

9.4.Tiroid Hormon Supresyon Tedavisi

Ameliyattan sonra çoğu hastada TSH'yi baskılamak ve böylece tiroid kanseri büyümesinin uyarılmasını potansiyel olarak en aza indirmek için tiroid hormon baskılama tedavisi önerilir. ATA'ya göre yüksek riskli hastalar için hedef TSH 0,1m IU/litre'den fazla olmamalı ve orta risk kategorisindeki hastalar için hedef TSH 0,1 ile 0,5 mIU/litre arasında olmalıdır. ATA düşük risk kategorisi için 0,5 ile 2,0 mIU/litre arasında bir TSH kabul edilebilir (B. H. Yoon, 2019).

9.5.Sistemik Kemoterapi

Sistemik kemoterapi genellikle yalnızca, iyodüre dirençli, yüksek metastatik hastalık yüküne sahip veya hızla ilerleyen metastası olan dikkatle seçilmiş bir grup hastada düşünülür. Bu tür bir tedaviyle ilişkili önemli

yan etkiler nedeniyle, yalnızca yararları riskleri aştığında düşünülmelidir (B. R. Haugen, 2016).

DTC için sistemik kemoterapi tercihen bir klinik deney yoluyla uygulanır. Tercih edilen yaygın ajanlar, anti-anjiyojenik çok hedefli kinaz inhibitörleri (aaMKI-lenvatinib, sorafenib), *BRAF* kinaz inhibitörleri (vemurafenib, dabrafenib), *MEK* inhibitörleri (trametinib, cobimetinib), *NTR* kinaz inhibitörleri (larotrektrinib) ve *RET* inhibitörü (selpercatinib) gibi kinaz inhibitör sınıfı ilaçlardır (K. Lee, 2021). Ajan seçimi, spesifik gen mutasyonlarının veya sinyal yollarındaki değişimlere bağlı olarak seçilmelidir. Tanımlanabilir mutasyonu olmayan hastalar için, aaMKI'ler önerilen birinci basamak tedavidir.

9.6. Dinamik Risk Sınıflandırması

Ameliyat sonrası ilk risk sınıflandırması ve uygun tedaviden sonra, hastalar tedaviye yanıtlarına bağlı olarak her takip sırasında klinik sonuçlarına göre 1. Mükemmel yanıt, 2. Biyokimyasal eksik yanıt, 3. Yapısal eksik yanıt, ve 4. Belirsiz yanıt olacak şekilde yeniden sınıflandırılmalıdır (M. R. Galanti, 1997; R. M. Tuttle R. Leboeuf, 2008).

Ameliyat sonrası ilk bir yıl içindeki izleme öncelikle riske bağlı olarak her 6 ila 12 ayda bir tiroid ultrason taraması 3-6 ayda bir ise TSH ve tiroglobulin seviye kontrolü ile yapılır.

Daha yüksek riskli hastalar için CT taraması, MRI, FDG-PET veya tüm vücut radyoiodot taraması gibi ek görüntüleme gereklidir.

10. Medüller Tiroid Kanseri Tedavisi

Lokal ve bölgesel metastazların rezeksiyonu ile total tiroidektomiye içeren cerrahi tedavi, MTC tedavisinin temel dayanağıdır. Doğrulanmış MTC'si olan ve ultrasonda preoperatif servikal lenf nodu metastazı kanıtı olmayan hastaların çoğunda, total tiroidektomi sırasında profilaktik santral lenf nodu diseksiyonu yapılmalıdır. Lateral zon nodal metastazı olan hastalara lateral kompartman diseksiyonu, santral boyun diseksiyonu ve total tiroidektomi yapılmalıdır. Serum kalsitonin, karsinoembriyonik antijen ve birlikte var olan hiperparatiroidizm ve feokromositoma için biyokimyasal testler yapılmalıdır. Hastalar seri kalsitonin seviyeleri, boyun ultrasonu ve fizik muayene ile uzun süre izlenmelidir. MTC foliküler orijinli olmadığı için, tedavisinde radyoiodin ablasyonu veya TSH supresyonunun rolü yoktur (P. W. Rosario, 2019). Dirençli MTC için kinaz inhibitörleri ile sistemik kemoterapinin faydalı olduğu gösterilmiştir. *RET* mutasyonu olan hastalarda *RET*'e özgü kinaz inhibitörleri tercih edilirken, *RET* mutasyonu negatif olan hastalarda aaMKI'ler tercih edilen ilaçlardır.

11. Anaplastik Tiroid Kanseri

Anaplastik tiroid kanseri teşhisi konan hastalarda *BRAF* V600E mutasyon testi ve evrelemesi yapılır. Rezektabl hastalık cerrahi olarak çıkarılır, ardından *BRAF* V600E mutasyonu olan hastalarda spesifik *BRAF* kinaz inhibitörleri uygulanır. Diğer hastalar ameliyattan sonra hedefe yönelik radyasyon tedavisi ve sitotoksik kemoterapi alır. Bununla birlikte, hızlı ilerleyen seyri nedeniyle hastalarda ilk tanıda bile uzak metastazlar yaygındır ve trakea veya damar sistemine lokal invazyon meydana gelebilir ve bu da hastalığı rezeke edilemez hale getirebilir. Bu kanserler için %100'e yakın mortalite yaklaşımı ve bu tür yüksek riskli hastalarda pal-
yasyon için konservatif cerrahi yaklaşım düşünülebilir.

12. Prognoz

Genel olarak, iyi diferansiye tiroid kanseri, hastaların uzun süre sağ-
kalım gösterdiği en az morbiditeye sahip solid karsinomlardan biridir. Bununla birlikte, PTC'li hastaların küçük bir kısmı ve FTC'li hastaların biraz daha büyük bir kısmı hastalığa bağlı nedenlerden ölmektedir. Diğer solid neoplazmların aksine, bölgesel lenf nodu metastazlarının genel sağ kalım ile güçlü bir korelasyona sahip olmadığı, ancak lokal nüks ile tutarlı bir şekilde ilişkili oldukları tespit edilmiştir (C. I. Lundgren, 2006).

Başvuru anında, hastaların yaklaşık üçte ikisinde tiroide lokalize bir hastalık vardır. Tümörlerin ortalama boyutu 2,0 cm ile 2,5 cm arasındadır (B. Cady R. Rossi, 1988; E. L. Mazzaferri S. M. Jhiang, 1994). 1.0 cm'den küçük papiller karsinomlu hastalar minimal veya gizli PTC (papiller mikrokarsinom) varlığı kabul edilir. Kuzey Amerika araştırmalarında, gizli papiller tümörlerin insidansı % 0.5 ile % 14.0 arasında değişmektedir ve daha büyük yaş gruplarında orantılı bir şekilde insidans daha fazladır. Japonya'da, bu tür gizli mikrokarsinomların çoğunluğunun klinik olarak önemli hastalığa yol açması olası değildir (Y. Ito, 2010). Ailesel tiroid karsinomu, boyun ışınlaması öyküsü veya başka bir şekilde sonografik özelliklerle ilgili durumlar dışındaki standart uygulamalarda <10 mm'den küçük olan biyopsi nodüllerini araştırmamak veya biyopsiye tabi tutmaktır (N. American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, 2009).

Bölgesel lenf nodu metastazları, PTC'li hastaların %20-90'ında primer tanı anında ve diğer histotiplerde daha az oranda mevcuttur (T. Carling, 2007). Geniş aralık, yalnızca tümörün gerçek patolojik evresine değil, aynı zamanda potansiyel metastazları değerlendirmek için hangi tanı yöntemlerinin kullanıldığına da bağlıdır.

PTC hastalarında lenf nodu metastazı ile ilişkili faktörler arasında tümör boyutu, ektrakapsüler invazyon ve multifokalite yer alır. Mikro-

metastazlar yaygındır. Bununla birlikte, literatürde tümör evrelemesinde makro ve mikrometastatik hastalık arasında bir ayırım eksikliği vardır, bu da mikro ve makrometastatik yayılımın gerçek insidansının tahminini zorlaştırmaktadır. Kapsamlı preoperatif servikal ultrasonografi, metastaz için hem merkezi hem de lateral lenf düğümlerini değerlendirmede standart bakımdır. Vakaların %20-31'inde servikal adenopatiyi tanımlar(S. Leboulleux, 2007).

Hastaların küçük bir kısmında tanı anında uzak metastatik hematojen hastalık vardır. Yapılan geniş spektrumlu çalışmalarda, PTC hastalarının %1 ila %2'sinde ve FTC hastalarının %2 ila %5'inde tanı anında boyun veya mediasten dışında metastaza rastlanmıştır(E. L. MazzaferriS. M. Jhiang, 1994). Bu bireylerin % 43-90'ı tiroid kanseri nedeniyle öldüğünden, başvuru anında uzak metastazların varlığı kötü prognozun önemli bir göstergesidir(E. L. MazzaferriS. M. Jhiang, 1994).

PTC'li genel popülasyonda %90 ila %95 oranında uzun süreli sağ kalım tespit edilmişken bu oran ve FTC'li hastalar için %70 ila %80 oranındadır. Rekürrens gösteren hasta gruplarının %20'si lenf nodlarında veya tirois bezlerinde lokal servikal nüksleri gösterirken hastaların küçük bir kısmı akciğere, kemiğe ve karaciğere uzak metastazlara sahiptir(E. L. MazzaferriN. Massoll, 2002). Birçok moleküler ve genetik anormallikler tiroid kanseri prognozunun klinik tahmininde kullanımına ek olarak tiroid kanserinde olası prediktif belirteçler olarakta incelenmiştir. Mitojenle aktive olan protein kinaz (MAPK) yolağında yer alan genler tiroid kanseri çalışmalarında oldukça ilgi çekmiştir. Örneğin bazı çalışmalarda *BRAF* genindeki mutasyonların ekstratiroidal yayılma, lenf nodu metastazı, nüks ve mortalite olasılığının arttığına rastlanmıştır(M. R. Galanti, 1997; M. Xing, 2013).

Tiroid kanserinin prognozu, tipine, tümör boyutuna, metastazın yaygınlığına, hastanın yaşına ve rezeksiyona uygunluğuna bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Büyük tümör boyutu, ekstra-tiroidal uzantıların veya metastazların varlığı, ileri yaş veya farklılaşmamış kanser gibi olumsuz tümör türleri gibi kötü prognostik faktörlere rağmen genel olarak, tüm yaş ve ırklardaki hastalar için 5 yıllık sağkalım oranı %95'e kadar ulaşmaktadır(S. Y. Park, 2018).

KAYNAKLAR

- Adam, M. A. (2017). Is There a Minimum Number of Thyroidectomies a Surgeon Should Perform to Optimize Patient Outcomes? *Ann Surg*, 265(2), 402-407.
- Adeniran, A. J. (2011). Reflex BRAF testing in thyroid fine-needle aspiration biopsy with equivocal and positive interpretation: a prospective study. *Thyroid*, 21(7), 717-23.
- Alexander, E. K. (2012). Preoperative diagnosis of benign thyroid nodules with indeterminate cytology. *N Engl J Med*, 367(8), 705-15.
- American Thyroid Association Guidelines Task, F. (2009). Medullary thyroid cancer: management guidelines of the American Thyroid Association. *Thyroid*, 19(6), 565-612.
- American Thyroid Association Guidelines Taskforce on Thyroid, N. (2009). Revised American Thyroid Association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid*, 19(11), 1167-214.
- Amin, M. B. (2017). The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: Continuing to build a bridge from a population-based to a more “personalized” approach to cancer staging. *CA Cancer J Clin*, 67(2), 93-99.
- Cady, B.R. Rossi. (1988). An expanded view of risk-group definition in differentiated thyroid carcinoma. *Surgery*, 104(6), 947-53.
- Cancer Genome Atlas Research, N. (2014). Integrated genomic characterization of papillary thyroid carcinoma. *Cell*, 159(3), 676-90.
- Carcangiu, M. L. (1985). Anaplastic thyroid carcinoma. A study of 70 cases. *Am J Clin Pathol*, 83(2), 135-58.
- Carling, T. (2007). Special variants of differentiated thyroid cancer: does it alter the extent of surgery versus well-differentiated thyroid cancer? *World J Surg*, 31(5), 916-23.
- Carling, T.R. Udelsman. (2014). Thyroid cancer. *Annu Rev Med*, 65, 125-37.
- Chang, T. C. (1989). Anaplastic thyroid carcinoma: review of 24 cases, with emphasis on cytodiagnosis and leukocytosis. *Taiwan Yi Xue Hui Za Zhi*, 88(6), 551-6.
- Cibas, E. S.S. Z. Ali. (2009). The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. *Thyroid*, 19(11), 1159-65.
- Collini, P. (2003). Minimally invasive (encapsulated) follicular carcinoma of the thyroid gland is the low-risk counterpart of widely invasive follicular carcinoma but not of insular carcinoma. *Virchows Arch*, 442(1), 71-6.
- Davies, L. (2010). The increasing incidence of small thyroid cancers: where are the cases coming from? *Laryngoscope*, 120(12), 2446-51.

- Davies, L.H. G. Welch. (2006). Increasing incidence of thyroid cancer in the United States, 1973-2002. *JAMA*, 295(18), 2164-7.
- Echanique, K. A. (2019). Age-Related Trends of Patients Undergoing Thyroidectomy: Analysis of US Inpatient Data from 2005 to 2013. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 160(3), 457-464.
- Fagin, J. A. (2004). How thyroid tumors start and why it matters: kinase mutants as targets for solid cancer pharmacotherapy. *J Endocrinol*, 183(2), 249-56.
- Franceschi, S. (1993). The epidemiology of thyroid carcinoma. *Crit Rev Oncog*, 4(1), 25-52.
- Galanti, M. R. (1997). Parental cancer and risk of papillary and follicular thyroid carcinoma. *Br J Cancer*, 75(3), 451-6.
- Haugen, B. R. (2016). 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid*, 26(1), 1-133.
- Horvath, E. (2017). Prospective validation of the ultrasound based TIRADS (Thyroid Imaging Reporting And Data System) classification: results in surgically resected thyroid nodules. *Eur Radiol*, 27(6), 2619-2628.
- Hou, P. (2007). Genetic alterations and their relationship in the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathway in thyroid cancer. *Clin Cancer Res*, 13(4), 1161-70.
- Ito, Y. (2010). An observational trial for papillary thyroid microcarcinoma in Japanese patients. *World J Surg*, 34(1), 28-35.
- Kim, S. K. (2011). Surgical results of thyroid nodules according to a management guideline based on the BRAF(V600E) mutation status. *J Clin Endocrinol Metab*, 96(3), 658-64.
- Landa, I. (2013). Frequent somatic TERT promoter mutations in thyroid cancer: higher prevalence in advanced forms of the disease. *J Clin Endocrinol Metab*, 98(9), E1562-6.
- Leboulleux, S. (2007). Ultrasound criteria of malignancy for cervical lymph nodes in patients followed up for differentiated thyroid cancer. *J Clin Endocrinol Metab*, 92(9), 3590-4.
- Lee, K. (2021). Thyroid Cancer. In *StatPearls*. Treasure Island (FL).
- Livolsi, V. A.S. L. Asa. (1994). The demise of follicular carcinoma of the thyroid gland. *Thyroid*, 4(2), 233-6.
- Lundgren, C. I. (2006). Clinically significant prognostic factors for differentiated thyroid carcinoma: a population-based, nested case-control study. *Cancer*, 106(3), 524-31.
- Malchoff, C. D.D. M. Malchoff. (2006). Familial nonmedullary thyroid carcinoma. *Cancer Control*, 13(2), 106-10.

- Mazzaferri, E. L.S. M. Jhiang. (1994). Long-term impact of initial surgical and medical therapy on papillary and follicular thyroid cancer. *Am J Med*, 97(5), 418-28.
- Mazzaferri, E. L.N. Massoll. (2002). Management of papillary and follicular (differentiated) thyroid cancer: new paradigms using recombinant human thyrotropin. *Endocr Relat Cancer*, 9(4), 227-47.
- Means, C. (2019). Tumor immune microenvironment characteristics of papillary thyroid carcinoma are associated with histopathological aggressiveness and BRAF mutation status. *Head Neck*, 41(8), 2636-2646.
- Nikiforov, Y. E.M. N. Nikiforova. (2011). Molecular genetics and diagnosis of thyroid cancer. *Nat Rev Endocrinol*, 7(10), 569-80.
- Nikiforov, Y. E. (2011). Impact of mutational testing on the diagnosis and management of patients with cytologically indeterminate thyroid nodules: a prospective analysis of 1056 FNA samples. *J Clin Endocrinol Metab*, 96(11), 3390-7.
- Nikiforov, Y. E. (2009). Molecular testing for mutations in improving the fine-needle aspiration diagnosis of thyroid nodules. *J Clin Endocrinol Metab*, 94(6), 2092-8.
- Nikiforova, M. N. (2013). Targeted next-generation sequencing panel (Thyro-Seq) for detection of mutations in thyroid cancer. *J Clin Endocrinol Metab*, 98(11), E1852-60.
- Noone, A. M. (2017). Cancer Incidence and Survival Trends by Subtype Using Data from the Surveillance Epidemiology and End Results Program, 1992-2013. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 26(4), 632-641.
- Pacini, F. (2006). European consensus for the management of patients with differentiated thyroid carcinoma of the follicular epithelium. *Eur J Endocrinol*, 154(6), 787-803.
- Pancer, J. (2019). A thyroid gland with over 30 foci of papillary thyroid carcinoma with activating BRAF V600E mutation. *Endocrinol Diabetes Metab Case Rep*, 2019.
- Park, S. Y. (2018). Prognostic significance of gross extrathyroidal extension invading only strap muscles in differentiated thyroid carcinoma. *Br J Surg*, 105(9), 1155-1162.
- Raman, P.R. J. Koenig. (2014). Pax-8-PPAR-gamma fusion protein in thyroid carcinoma. *Nat Rev Endocrinol*, 10(10), 616-23.
- Robbins, J.A. B. Schneider. (2000). Thyroid cancer following exposure to radioactive iodine. *Rev Endocr Metab Disord*, 1(3), 197-203.
- Rosario, P. W. (2019). Risk of recurrence in patients with papillary thyroid carcinoma and minimal extrathyroidal extension not treated with radioiodine. *J Endocrinol Invest*, 42(6), 687-692.

- Santarpia, L. (2008). Phosphatidylinositol 3-kinase/akt and ras/raf-mitogen-activated protein kinase pathway mutations in anaplastic thyroid cancer. *J Clin Endocrinol Metab*, 93(1), 278-84.
- Siegel, R. (2013). Cancer statistics, 2013. *CA Cancer J Clin*, 63(1), 11-30.
- Siegel, R. L. (2015). Cancer statistics, 2015. *CA Cancer J Clin*, 65(1), 5-29.
- Theoharis, C. G. (2009). The Bethesda thyroid fine-needle aspiration classification system: year 1 at an academic institution. *Thyroid*, 19(11), 1215-23.
- Tuttle, R. M.A. S. Alzahrani. (2019). Risk Stratification in Differentiated Thyroid Cancer: From Detection to Final Follow-up. *J Clin Endocrinol Metab*.
- Tuttle, R. M.R. Leboeuf. (2008). Follow up approaches in thyroid cancer: a risk adapted paradigm. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 37(2), 419-35, ix-x.
- Xing, M. (2010). Prognostic utility of BRAF mutation in papillary thyroid cancer. *Mol Cell Endocrinol*, 321(1), 86-93.
- Xing, M. (2013). Association between BRAF V600E mutation and mortality in patients with papillary thyroid cancer. *JAMA*, 309(14), 1493-501.
- Yoon, B. H. (2019). Influence of Thyroid-stimulating Hormone Suppression Therapy on Bone Mineral Density in Patients with Differentiated Thyroid Cancer: A Meta-analysis. *J Bone Metab*, 26(1), 51-60.
- Zhu, C. (2009). A birth cohort analysis of the incidence of papillary thyroid cancer in the United States, 1973-2004. *Thyroid*, 19(10), 1061-6.

Bölüm 7

2020/2021 YILLARINDA TÜRKİYE’DE COVID-19 PANDEMİSİNDE KULLANILAN ÜRÜNLERİN VE AŞILARIN TOKSİKOLOJİK BAKIŞ AÇISIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Onur Kenan ULUTAŞ¹

¹ Doktor Öğretim Üyesi, orcid.org/0000-0001-8819-9461, Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi
Farmasötik Toksikoloji Anabilim Dalı, Yenimahalle 06330, Ankara

Yeni bir koronavirüsün (SARS-CoV-2) neden olduğu yeni bulaşıcı hastalık COVID-19, 11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemi olarak ilan edilen, endişe verici bir hız ve etkiyle Dünya'ya genelinde yayılmıştır (WHO, 2020b). 1 Aralık 2021 itibariyle, 250 milyondan fazla insan hastalığa yakalanmış ve Dünya çapında 5 milyondan fazla ölüm COVID-19'a bağlanmış durumdadır (WHO, 2021a).

Hastalıkla mücadelede hastalığın bulaşması ve yayılmasının önlenmesi öncelikli iki ana hedef olup, bunlar için su ve sabun, dezenfektanlar ile kişisel hijyenin sağlanması ile toplumsal aşı uygulamaları kullanılan araçlar olarak ön plana çıkmıştır.

DEZENFEKSİYONDA OLASI METANOL VARLIĞININ TOKSİKOLOJİK ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dünya, COVID-19 pandemisi nedeniyle tıbbi bir krizle karşı karşıya kalmış olup enfeksiyonun yayılmasını kontrol etmek için yeterli el hijyeninin rolü kaçınılmaz hale gelmiştir. Pandemi başladığında SARS-CoV-2'nin bir yüzeyde ne kadar süre aktif kaldığı ve hastalığı başlatabileceği/ yayabileceği kesin olarak bilinmemekteyken; benzer tip korona virüsleri ile yapılan önceki çalışmalar, virüsün cam, metal veya plastik gibi sert yüzeylerde 9 güne kadar kalabildiğini göstermekte (Kampf, Todt, Pfaender, & Steinmann, 2020b), Van Doremalen ve arkadaşları SARS-CoV-2'nin plastik ve paslanmaz çelik üzerinde 72 saate kadar stabil kaldığını bildirmişlerdir (van Doremalen et al., 2020).

SARS-CoV-2 zarflı bir virüs olduğundan, viral çekirdeği bir lipid tabakasıyla korunmaktadır ve alkol bazlı ürünler virüsün koruyucu lipidini kolayca parçalayabilmektedir (Jansen, 2020). El hijyeni kullanılarak yapılan dekontaminasyon, sağlık hizmetiyle ilişkili enfeksiyonların ve hastalar arasında çapraz enfeksiyonun azaltılmasında en önemli ve etkili yöntemlerden biri olarak bilinmekte olup, COVID-19 pandemisi için de etkin bir şekilde uygulanan el hijyeninin hayati bir müdahale olduğu kanıtlanmış ve hastalığın yayılmasını önlemek için kullanılabileceği belirtilmiştir (Hillier, 2020). Hastalık ilerledikçe, durumun ilk anlarından itibaren WHO ve ayrıca ulusal sağlık yetkilileri, enfekte olma şansını azaltmak veya COVID-19'un yayılmasını azaltmak için elleri alkol bazlı el dezenfektanı ile iyice temizlemek veya sabun ve su ile yıkamak gibi düzenli ve basit önlemler almak konusunda kamuoyuna bilgi vermişlerdir (WHO, 2021c). Kolonya çok popüler olduğundan ve alkol bazlı kozmetik ürün ve el dezenfektanı olarak kullanıldığı bilinip Türkiye pazarında ve Türk evlerinde zaten yaygın olarak bulunduğu (TOBB, 2017), Türkiye bu basit koruma eylemine tamamen hazır olarak hızlıca adapte olmuştur.

Hayatta kalma süreleri yüzey türlerine göre değiştiğinden, en iyi dezenfektan uygulamalarına yönelik yönergeler, özellikle hastaneler, mar-

ketler ve diğer konumlardan daha yüksek yoğunluk ve risk oranıyla karşı karşıya olan ürün satış/toplama/dağıtım merkezleri gibi temel çalışma yerleri için hayati önem taşımaktadır. El hijyeni, hastalık bulaşmasını önlemede yaygın olarak kabul edilen bir ilke olup, uygun el hijyeninin bulaşıcı hastalıkların yayılmasını %24-31 oranında azaltma olasılığı olduğu bildirilmektedir (Huang, Stewardson, & Grayson, 2014; Kantor, 2020). Alkol bazlı el dezenfektanları, proteinleri denatüre etmek ve pıhtılaştırmak, hücrel metabolizmayı bozmak ve viral partikülün parçalanmasını sağlamak için viral membrana nüfuz ederek çalışmaktadırlar (Kampf, Todt, Pfaender, & Steinmann, 2020a). 2017 yılında yapılan bir çalışma, alkol bazlı el dezenfektanlarının SARS-CoV dahil olmak üzere çeşitli viral patojenlere karşı virüsidal aktivitesini değerlendirmiş olup, önceki 2002 SARS-CoV salgını sırasında etanol bazlı ve izopropil alkol bazlı el dezenfektanlarının etkili dezenfektanlar olduğunu belirlemiştir (Siddharta et al., 2017).

Etanolün çeşitli zarflı virüslere karşı etkili olduğu gösterilmiş olup, %42.6 (a/a) konsantrasyonundan başlayarak 30 saniye içinde SARS koronavirüsü, MERS koronavirüsüne karşı da etkili olduğu listelenmiştir (Kampf, 2018). Bu bilgiler ışığında el dezenfektanlarının enfeksiyon önleme önlemlerinin ön saflarında yer almaya devam edeceği ve seyreltik etanol (%70-90) bazındaki kolonyanın “yeni normal” için harika bir araç olarak hizmet vermeye devam edeceği kolayca tahmin edilebilir. Bir el dezenfektanının ve kolonyanın etkinliğini belirlemede en önemli faktör gerçekten de alkol içeriği olup, Türk Kozmetik Ürünler Yönetmeliğine göre kolonyalar %60 (h/h) alkol içermeli, limon kolonyaları ise %70 (h/h) üzerinde değerleri sahip olmalı, belirtilen alkol değerleri de kesinlikle etil alkol olmalıdır (Sağlık Bakanlığı, 1994).

Ellerin ve tüm yüzeylerin, hatta alışveriş poşetlerinin, ambalajlı eşyalar vb. gibi dokunulabilen yüzeylerinin düzenli olarak dezenfektanlarla temizlenmesi de COVID-19’dan korunmak için yeni normal olurken, kolonya da bu amaç için en kullanışlı araçlardan biri olarak 2020/2021 yıllarında kabul görmüştür. Yalnız temizleme sırasında yüzey alanı geniş olduğunda daha fazla kolonya kullanılması gerekebilir, buharlaşma ve maruz kalma miktarının da artacağı ortadadır. Bilinmeyen alkollere ve hatta metanol gibi toksik alkollere maruz kalma, endişe verici önemli bir sorun olabileceği ihtimalini düşündürmeye başlamıştır. Piyasadaki yüksek talep ile çoğu etkin bir şekilde düzenlenemeyebileceğinden, düşük miktarda veya bilinmeyen alkol içeriği içerebilen standart altı ürünler piyasada bulunabilir.

Standart altı veya daha doğru isimlendirme ile sahte alkol bazlı el dezenfektanlarının iki temel türü vardır:

- 1) metanol gibi listelenmemiş başka alkol içeriği içeren dezenfektanlar;

2) alkol içeriği %60'ın altında olan dezenfektanlar.

Tipik olarak listelenmemiş alkol metanol olarak ortaya çıkmaktadır. El dezenfektanlarında oldukça zehirli olduğu için ve cilde, akciğerlere veya ağza maruz kaldığında ciddi reaksiyonlara neden olabildiği için kullanılmamalıdır (England, 2015). Metanole maruz kalma, sistemik toksisiteye ve bazı durumlarda kasıtlı, kasıtsız veya mesleki veya mesleki olmayan maruziyetlerle ölüme neden olabilir (Choi et al., 2017; Ghannoum, Hoffman, Mowry, & Lavergne, 2014; Paasma, Hovda, Tikkerberi, & Jacobsen, 2007; Rostrup et al., 2016; Thanacoody et al., 2016; Zakharov et al., 2014). Maddenin yüksek içsel toksisitesi, hazır bulunabilirliği ve yaygın kullanımı, el dezenfektanlarında bildirilmemiş metanolden zehirlenmeyi önemli bir halk sağlığı sorunu haline getirmektedir (Law et al., 2014). Akut zehirlenmede, tipik olarak maruziyetten 12-24 saat sonra metanolün ana toksisitesi, metabolit formik asidinin toksik düzeylerde birikmesiyle kendini göstermektedir (McMartin, Jacobsen, & Hovda, 2016). Şiddetli metabolik asidoz, bulantı, kusma, baş ağrısı, yarı koma ve oküler toksisite görülebilmektedir (England, 2015). Zamanında antidotal tedavi verilmedikçe, önemli maruziyetlerle koma, nöbetler, ölüm, kalıcı körlük ve merkezi sinir sisteminde kalıcı hasar bildirilmiştir (Choi et al., 2017). Mesleki maruziyetlerde işçilerle subakut zehirlenme için inhalasyon ve cilt maruziyetleri de rapor edilmiştir (Ryu et al., 2016). Kronik toksisite hakkında çok az veri varken, işçilerde metanole kronik inhalasyon maruziyeti ile göz tahrişi ve baş ağrısı raporlanmıştır (England, 2015). El dezenfektanlarının asla yutulmaması gerektiği ve alkol bazlı el dezenfektanlarının sadece harici kullanım için olduğu ürün etiketlerinde açıkça belirtilmelidir. Bununla birlikte, yetişkinler, ergenler ve hatta çocuklar için kasıtsız yutma vakaları bildirildiği görülmektedir (Forrester, 2015; Gormley et al., 2012; Santos et al., 2017). Aslında, yasadışı olarak üretilen ve ayrıca içecek dışı alkollerin tüketimi dünyanın birçok yerinde önemli bir halk sağlığı sorunudur (Lachenmeier, Rehm, & Gmel, 2007; Rehm et al., 2014). Ağız yoluyla alındığında, eğer izopropil alkol veya etanol yerine kullanılırsa, el ovucudaki metanol çok daha fazla ölüm ve morbiditeye neden olacaktır. Metanolün öldürücü dozu daha düşük olup zehirlenme, destekleyici tedavi ve yoğun bakıma ek olarak sıklıkla antidotal tedavi (fomepizol veya etanol) gerektirir (McMartin et al., 2016; Zakharov et al., 2014).

İkincisi, %60'tan az alkol içeren bir el dezenfektanı, mikrop öldürücü olarak etkisiz olabilir ve kullanıcılara biyosidal etki sunamayarak halkı COVID-19'a yakalanma ve yayılmaya karşı savunmasız bırakabilir.

Standart altı, ucuz fiyatlı ve aceleyle getirilmiş üretim sahte ve/veya hatalı yapıdaki alkol bazlı dezenfektanların güvenliği, olası etkisizlik veya potansiyel toksisite nedeniyle tüketici sağlığını tehlikeye atabilmektedir. Çok düşük konsantrasyona sahip olduğu ve ayrıca metanol gibi toksik bi-

leşenlere sahip olan bu tarz ürünler dünya çapında bir sorun olup, 2020 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), “Kullanmayın / Do Not Use” listesinde en az 14 el dezenfektanı ilan etmiş ve halihazırda piyasaya sürülen ürünleri geri çağırdı bilinmektedir (Neal, 2020).

Önemli bir sağlık sorunu olan etanole göre daha ucuz olduğu için alkol üretiminde etanol yerine metanol kullanılabilmektedir (Zakharov et al., 2014). Ek olarak, inhalasyon, yutma veya deri temasından sonra metanol iyi emilmekte olup ve formaldehite, ardından formik aside metabolize edilirken bu metabolik ürünler gecikmiş başlangıçlı asidoz, görme bozukluğu oluşturabilmekte ve hatta maruziyetler ölüm ile sonuçlanabilmektedir (Registry, 1993).

İntihar veya kazara yutulma nedeniyle metanol zehirlenmesine dair birçok rapor ve hatta transdermal absorpsiyon raporları vardır (Uca, Kozak, & Altas, 2015). Kalkan ve arkadaşlarının çalışması, 1993’ten 2002’ye kadar İzmir, Türkiye’deki İlaç ve Zehir Bilgi Merkezi’ne bildirilen akut metanol maruziyetlerinin profilini tanımlamış olup, metanol zehirlenmelerinin/toksisitelerinin esas olarak %72’lik kısmının kolonyalardan kaynaklandığını belirtmişler ve “Türkiye’de ucuz “eu de kolonya” üretmek için metanolün ciddi zehirlenme ve ölümlerin başlıca nedeni olduğu” sonucuna varmışlardır (Kalkan et al., 2003).

Bu durumun pandemi döneminde ne kadar büyük bir sorun teşkil ettiğini saptamak için, Türkiye pazarındaki çeşitli günlük süpermarket mağazalarından ve eczanelerden satın alınan farklı tür ve fiyat aralığındaki el dezenfektanı ve kolonya örneklerinin değerlendirmek ve tüketici güvenliğini ve toksikolojik olarak maruz kaldıkları riski kontrol etmek adına yapılmış ve yayımlanmış çalışmalarımız bulunmakta olup, bu çalışmalarımızda tüm kolonya örnekleri alkol içeriğini ayırt etmek için analiz edilmiş ancak test edilen tüm kolonyaların etanol bazlı olduğu, test edilen el dezenfektanlarından 3 tanesinin metanol içeriğinin tüketiciyi tehdit edebilecek düzeyde metanol içerdiği de görülmüştür (Berkkan, 2020, 2021).

WHO ve Türk Eczacılar Birliği, aktif bileşen olarak etanol içeren el dezenfektan formülasyonlarının hazırlanmasını önermekte olup, etanolün nihai konsantrasyonlarını %73,48 (a/a) veya %80,0 (h/h) üretecek şekilde formüle edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (TEB, 2015, 2020; WHO, 2020a). Kampf, etanolün, benzer SARS koronavirüsü, MERS koronavirüsü de dahil olmak üzere minimum %42.6 (a/a) konsantrasyonuyla çeşitli zarflı virüslere karşı etkili olduğunu çalışmalarında göstermiştir (Kampf, 2018). Türkiye pazarındaki çeşitli günlük süpermarket mağazalarından ve eczanelerden satın alınan farklı tür ve fiyat aralığındaki el dezenfektanı ve kolonya örneklerinin değerlendirmek ve tüketici güvenliğini ve toksikolojik olarak maruz kaldıkları riski kontrol etmek adına yapılmış ve

yayımlanmış çalışmalarımız, test edilen kolonyalardan sadece birinin bu etkili konsantrasyonun altında olduğunu, ancak test edilen 30 el dezenfektanı örneğinden 10'unun alkol içeriğinin %50'den düşük olduğunu gösterirken diğer tüm numuneler %43'ün üzerinde (a/a) etanol içeriğine sahip olduğu ve hastalığın yayılmasını kontrol etmeye yardımcı olmak için yeni koronavirüse karşı etkili olmaları beklenebileceği ama çoğu klinik durumda rutin bir el antiseptisi olması beklenmemesi gerektiğini de ortaya koymuştur (Berkkan, 2020, 2021).

TÜRKİYE'DE PANDEMİ DÖNEMİNDE KULLANILAN AŞILAR HAKKINDA YAYIMLANMIŞ BİLGİLERİNİN TOKSİKOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

SARS-CoV-2'ye karşı aşı geliştirme, 2020 ve 2021'in en önemli zaman baskısı altındaki bilimsel zorluklarından biri olarak ortaya çıkmıştır. SARSCoV-2 için aşı geliştirmenin normalde klinik öncesi aşamalardan piyasaya sürülmesinin 10 yıldan fazla süreceği bilinmesine rağmen, 280'den fazla aşı projesi benzeri görülmemiş bir hızla geliştirme aşamasındadır ve zaman çizelgesi 12 - 18 ay olarak belirlenmiştir (WHO, 2021b). Bazı adaylar bu rekor hızda klinik öncesi ve erken klinik aşamalarda ilerlemeyi başarmışlar ve acil kullanım onayı alarak dünya genelinde kitleler ile kullanılmaya başlanmışlardır.

Farmasötiklerin geliştirilmesinde olduğu gibi, aşı geliştirme de klinik öncesi değerlendirme ve üç farklı klinik aşamadan geçer (Offit, 2018):

Faz I aşaması – Aşı güvenliğini test etmek için tasarlanmıştır, ancak immünojenisite de ölçülür; doz aralıklı çalışmalar da sıklıkla dahil edilir.

Faz II aşaması – Daha fazla sayıda katılımcıda güvenlik profilini ve bağışıklık tepkisi değerlendirmesini genişletilir.

Faz III aşaması – Önceden tanımlanmış bir son noktayı, genellikle laboratuvar tarafından doğrulanmış hastalığı önlemedeki etkinliği belirlemek için tasarlanmıştır. Yüzde olarak aşı etkinliği, aşı alanlar ile kontrol ürünü alanlar arasındaki hastalık insidansındaki azalmadır ve aşağıdaki formülle hesaplanır: ((aşısızdaki hastalık oranı - aşıdaki hastalık oranı)/aşısızdaki hastalık oranı) x 100.

SARS-CoV-2 enfeksiyonunu önlemek için çeşitli aşılar farklı ülkelerde kullanıma sunulurken, Pfizer-BioNTech COVID-19 aşısının da 12-17 yaş arası, son zamanlarda 5 yaş üstü çocuklar ve ergenlerde kullanılması- na izin verilmiştir (FDA, 2021a, 2021b, 2021d).

2020 yılında uluslararası literatürden Advers İlaç Reaksiyonları (ADR) vaka raporları incelendiğinde, yayınlanmış advers vaka raporları konusunda ABD'nin raporlamada başı çektiği görülmektedir (FDA,

2021e). ABD raporları 5000'den fazla olmakla birlikte, AB'nin tüm birlik ülkeleri için ortak bir raporlama sistemi vardır ve rapor edilen 100.000'den fazla tıbbi ürün ve aktif madde kodlanmış ve halihazırda binlerce potansiyel sinyal analiz edilmiş ve kayıt altına alınmıştır (EMA, 2021a). Bildirilen bu şüpheli yan etkilere ilişkin bilgiler, aşılamanın veya etkin maddenin gözlemlenen etkiye neden olduğu veya kullanımının güvenli olmadığı şeklinde yorumlanmamalı, ancak bir ilacın veya etkin maddenin tüm yetkililer tarafından güvenilirliğini gözden geçirmek için hem ciddi hem de şeffaf bir yol sunulması şeklinde yorumlanmalıdır. Ayrıca Nisan 2020'den itibaren, COVID-19 ile ilgili güvenlik raporlarının görselleştirilmesini ve taranmasını kolaylaştırmak için COVID-19 ile ilgili ADR raporlarının özel olarak izlenmesi için yeni araçlar da web sitelerinde sunulmaktadır.

Farklı ülkelerin farklı aşı marka malzemeleri olması, hatta ilk aşı uygulamalarının yapılması için özel tahsis öncelikli kişi/meslekler de belirlenmiş olması, güvenlik endişelerinin ve sinyallerinin bildirilmesi için belirli bir grubun o anda aşılarmaya başladıktan hemen sonra erişilebilir hale getirmektedir. Şimdiye kadar, çocuklar da dahil olmak üzere genel olarak Pfizer-BioNTech aşısının ikinci dozunu takiben yorgunluk, baş ağrısı, titreme ve miyalji reaksiyonları yaygın olarak bildirilirken, bu olumsuz etkilerin günlük aktivitelerden kaçınmaya yol açmadığı ve aşılardan sonraki ilk iki gün ile sınırlı olduğu bildirilmektedir (Frenck et al., 2021).

Yapılan çalışmalar ve süre gelen aşı uygulamalarından elde edilen bilgiler ışığında beklenen yan etkiler bulunmakta olup, bu yan etkilerin kontrolü veya aşının kimde uygulanıp uygulanmaması gerektiğine karşı belirtilen kontraendikasyonlar için yayımlanmış bilgiler aşağıda derlenmiştir.

Olası, görülmesi beklenenecek lokal ve sistemik reaksiyonlar

Aşı uygulanan kişilerde beklenen basit yan etkiler çıkmakta olup, enjeksiyon bölgesinde ağrı, ipsilateral aksiller lenf nodu büyümesi, ateş, yorgunluk ve baş ağrısı dahil olmak üzere lokal ve sistemik reaksiyonlardır. Bu yan etkiler ile karşılaşılabilceği konusu aşı uygulaması öncesinde kişilerle de paylaşılmaktadır (Chapin-Bardales, Gee, & Myers, 2021). Bu reaksiyonlar gelişirse analjezikler veya antipiretikler (örn., nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar veya parasetamol) alınabilir de, aşıya karşı konakçı immün yanıtı üzerindeki belirsiz etkisi nedeniyle bu tür ilaçların aşı alınmasından önce profilaktik kullanımı önerilmemektedir. Yine de yapılan çalışmalardan elde edilen veriler, profilaktik parasetamol ile daha düşük bir antikor yanıtı olduğunu gösteriyor olsa da, çalışmalarda aşılarla verilen antikor yanıtları koruyucu aralıkta kaldığı bildirilmiştir (Doedée et al., 2014; Prymula et al., 2009). Reye sendromu riski nedeniyle 18 yaş altı bireylere aspirin önerilmemektedir.

Özellikle ergenler ve genç yetişkinler arasında diğer enjekte edilebilir aşılardan alınmasını takiben senkop bildirildiği bilinmektedir (CDC, 2008). Bu nedenle COVID-19 aşılmasının uygulanmasından takiben 15 ila 30 dakika boyunca izleme önerilmekte olup, olası bir senkopla ilişkili yaralanma riskini azaltmaya yardımcı olabilecek bir güvenlik önlemidir.

Olası kontrendikasyonlar ve önlemler

COVID-19 aşısının tek kontrendikasyonu, COVID-19 aşılmasına veya bileşenlerine karşı alerjik reaksiyonlardır (CDC, 2021b). Diğer tüm aşı ve ilaçların hasta bilgilendirme formlarında da benzer şekilde yer aldığı şekilde, önceki bir COVID-19 aşı dozuna veya aşının bir bileşenine karşı şiddetli alerjik reaksiyon (örneğin anafilaksi) ile aşının bir bileşenine karşı bilinen (tanı konan) alerji olması durumunda aşı uygulamasının kontrendike olduğu bilgisi verilmektedir. Önlem olarak, aşırı alerjik kişiler, başka aşı ve tedavi uygulamalarına aşırı alerjik reaksiyon göstermiş kişilerin, bu tür reaksiyonları olan hastaların acil tıbbi karşılık verebilecek sağlık kuruluşlarında genellikle bir COVID-19 aşısı alabileceği, ancak aşılama sonrası normalden daha uzun süre izlenmesi gerektiği ifade edilerek aşı uygulamaları gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Bu kitap bölümünün yazıldığı sırada Türkiye’de 2 adet aşı genel halka uygulanmak üzere izin almış ve uygulanmakta olup, Bu iki aşı hakkında yayımlanmış bilgiler derlenerek aşağıda paylaşılmıştır.

BNT162b2 (Pfizer-BioNTech COVID-19 aşısı)

Lokal ve sistemik yan etkiler, özellikle ikinci dozdan sonra nispeten yaygındır; çoğu hafif veya orta şiddettedir (yani, günlük aktiviteleri engellemez) ve aşılardan sonraki ilk iki günle sınırlı olduğu görülmektedir (Chapin-Bardales et al., 2021; Gee et al., 2021). Amerika Birleşik Devletleri’nde 16 yaş üstü aşı uygulanmış ve aşı sonrası anketlere yanıt veren 1,6 milyon kişi arasında, her dozdan sonra yaklaşık yüzde 65 oranında bir enjeksiyon bölgesi reaksiyonu (esas olarak ağrı, aynı zamanda kızarıklık, şişlik ve pruritus) bildirilmiştir. Yorgunluk, baş ağrısı ve miyaljiler ilk dozdan sonra yüzde 29, 25 ve 17’de, ikinci dozdan sonra ise yüzde 48, 40 ve 37’de bildirildiği raporlanmıştır. İkinci dozdan sonra, ateş, titreme ve eklem ağrısı yaklaşık % 20 oranında meydana geldiği ve bu reaksiyonlar en sık aşılama takip eden gün ortaya çıktığı, sırasıyla % 66, 65, 42 ve 32’de yorgunluk, baş ağrısı, titreme ve miyaljinin ikinci dozu takiben 12 ila 15 yaş arası ergenler arasında da yaygın görüldüğü bilgisi raporlarda yer almakta; 5 ila 11 yaş arası çocuklar arasında sistemik reaksiyonlar biraz daha düşük oranlarda rapor edildi ve daha hafif görüldüğü bildirilmektedir. Klinik çalışmalarda tanım olmamakla birlikte, miyokardit ve perikardit, BNT162b2’nin alınmasından sonra erkek ergenlerde ve genç erişkinlerde beklenenden daha sık bildirilmiştir (FDA, 2021c; Frenck et

al., 2021).

Bildirilen alerjik reaksiyonlar arasında pruritus, döküntü, boğazda çizik hisleri ve hafif solunum semptomları olmaktadır. Aşılamadan sonra anafilaksi, 1 milyon doz başına yaklaşık 5 olay oranında bildirilmiştir. Anafilaksi vakalarının % 80'i alerjik reaksiyon öyküsü olan bireylerde gerçekleştiği bildirilmiş olup, bu reaksiyonların % 90'ının 30 dakika içinde meydana geldiği rapor edilmiştir (CDC, 2021a; Shimabukuro, 2021a).

Diğer önemli olumsuz olaylar BNT162b2 aşısı uygulanması ile tutarlı bir şekilde ilişkilendirilmediği bildirilmektedir. Faz III denemesinde nadir görülen Bell paralizi vakaları kaydedilmiş olsa da, bu oran genel popülasyonda bulunan arka plan oranlarını aşmamakta ve aşı sonrası izleme, aşılama ve Bell paralizi arasında bir ilişki tespit etmemektedir (FDA, 2020; Klein et al., 2021). Diğer aşılarla ortaya çıkan trombositopeni ile serebral venöz sinüs trombozu için de Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 100 milyon doz BNT162b2 uygulandıktan sonra hakkında hiçbir rapor olmadığı görülmektedir (Shimabukuro, 2021b). İsrail'de yapılan büyük bir kohort çalışmasında, BNT162b2 aşısı en güçlü şekilde miyokardit, lenfadenopati, apandisit ve herpes zoster ile ilişkili olabileceği yönünde bilgi verdiği yayımlanmıştır (Barda et al., 2021). Özellikle erkek ergenlerde ve genç yetişkinlerde görülen miyokardit ve perikardit, BNT162b2 (Biontech) gibi mRNA aşılarının alınmasından sonra beklenenden daha sık bildirilmekle birlikte, miyokardit ve perikardit vakalarının seyrekliği ve hafif doğası göz önüne alındığında, mRNA aşısının yararlarının oluşan riskten büyük ölçüde yüksek olduğu bildirilmektedir (EMA, 2021b; Gargano et al., 2021).

CoronaVac (Sinovac)

Çin'de geliştirilen inaktif COVID-19 aşısı Sinovac, alüminyum hidroksit adjuvana sahiptir olup, Faz I/II randomize, plasebo kontrollü çalışmalarda, aşı üç yaş ve üstü sağlıklı bireylerde güvenli ve immünojenik olarak ortaya çıktığı raporlanmıştır (Han et al., 2021; Zhang et al., 2021). Ülkemizde, daha önceden SARS-CoV-2 enfeksiyonu bulgusu bulunmayan 10.000 katılımcı ile gerçekleştirilen faz III denemesi sonuçlarına göre, tam aşılamadan 14 gün sonra başlayan aşı etkinliği yüzde 83,5 (%95 CI 65,4–92,1) olarak bildirilmiştir (Tanriover et al., 2021). Şili'de 10 milyondan fazla kişiyi kapsayan gözlemsel bir çalışmada, tahmini aşı etkinliği COVID-19'u önlemek için yüzde 70 ve hastaneye kabulü veya ölümü önlemek için yüzde 86 ila 88 olduğu, Brezilya'da yapılan ilerleyen dönemdeki bir çalışmada ise, yaygın Gama varyantına karşın, 70 yaşından büyük yetişkinler arasında aşı etkinliğinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (COVID-19, hastaneye yatış ve ölüme karşı sırasıyla 47, 56 ve yüzde 61 olarak bildirilmiştir (Jara et al., 2021; Ranzani et al., 2021)).

Sinovac'ın yan etkileri için ülkemizde bir kesit çalışması da gerçekleştirilmiştir. Şubat 2021'de, merkezi olarak aşılanan Türk sağlık çalışanları arasında aşılamadan sonra dört hafta içinde meydana gelen lokal ve sistemik yan etkilerin incelendiği çalışmada, 780 sağlık çalışanın %62,5'i en az bir yan etki yaşandığı, enjeksiyon bölgesi ağrısı (%41,5) yorgunluk (%23,6), baş ağrısı (%18,7), kas ağrısı (%11,2) ve eklem ağrısı (%5,9) yaygın sistemik yan etkiler arasında tanımlanmış olup genel olarak sonuçlar faz çalışması sonuçları ile benzerlik içerisinde olduğu bildirilmiştir (Riad et al., 2021).

Aşı Güvenlik ve Takip Sistemleri

Aşı güvenliğinin yeterince değerlendirilmesi bağışıklama programlarının başarısı için kritik öneme sahiptir. Aşı güvenliğini izlemek için mevcut kapsamlı sistemler mevcut olmasına rağmen, COVID-19 aşı programının kullanıma sunulması için geliştirilmektedir. Aşı kullanımı ile nedensel olarak ilişkili nadir advers olayların belirlenmesi ve potansiyel aşı kontrendikasyonlarını bilgilendirmek için insidans ve risk faktörlerinin değerlendirilmesi özellikle önemlidir.

Ülkemizde, Sağlık Bakanlığı bünyesinde, Türkiye genelinde T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından sevk ve idaresi gerçekleştirilen soğuk zincire tabi ürünlerin (aşı ve antiserumların) tüm noktalarda saklandıkları depo ve dolaplardaki ve nakledildikleri araçlardaki sıcaklık takibinin gerçek zamanlı olarak kesintisiz ve düzenli bir şekilde yapılması, gerekli bilgilerin kayıt altına alınması, raporlanması, ilgili merkezlerden izlenmesi ve gerekli durumlarda ilgililere uygun yöntemlerle uyarı yapılması amacıyla dizayn edilmiş ve aktif olarak kullanılan Aşı Takip Sistemi (ATS) mevcut olup, Sağlık Bakanlığı sitesindeki bilgilendirmeye göre ülke bazında sıcaklık, miat ve stok takibi yapan dünyadaki ilk ve tek sistem olarak ön plana çıkmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2021b). Aşı Sonrası İstenmeyen Etki (ASİE) İzleme Sistemi; 2003 yılından bu yana yürürlükte olan Genişletilmiş Bağışıklama Programı (GBP) kapsamındaki aşı uygulamaları ve diğer aşı uygulamaları sonrasında görülen istenmeyen etkilerin bildiriminin yapıldığı sistem olarak ön plana çıkmaktadır. Sağlık Bakanlığının web sitesinde yer alan bilgilere göre aşılama çalışmalarında görev alan sağlık personeli ile kamu ve özel sağlık kuruluşlarında çalışan sağlık personeli bildirim yapmakta olduğu, ayrıca COVID-19 aşılara özel olmak üzere vatandaşlar tarafından da doğrudan Hayat Eve Sığar (HES) uygulaması üzerinden sisteme bildirim yapılabilmekte olduğu ve yapılan bildirimlerle olgular düzenli olarak izlenmekte, analiz edilmekte, yorumlanmakta olduğu bildirilmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2021a).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, lisans sonrası ortamda güvenliği değerlendirmek için çeşitli sistemler bulunmaktadır. Bunlar arasında aşı uy-

gulayıcı sağlık personeli ve aşı olan bireylerin olumsuz olayları bildirdiği pasif bir gözetim sistemi olan Aşı Advers Olay Raporlama Sistemi (VA-ERS) ile Aşı Güvenliği Veriağı (VSD), aşılarda güvenliğini aktif olarak izlemek ve nadir ve ciddi aşı sonrası olumsuz olaylar hakkında çalışmalar yürütmek için kurulmuş bir aşı güvenliği uzmanı ağı tarafından takip edilmektedir (CDC, 2021c; Lee, Romero, & Bell, 2020).

Sonuç

Aşı ile önlenabilir hastalıkların çoğu kişiden kişiye bulaştığı için, etkili aşılama sadece alıcıyı korumakla kalmaz, aynı zamanda başka bir bulaşma kaynağını önleyerek aşılanamayan veya yeterli yanıt vermeyen başkalarını da dolaylı olarak korur. Bu nedenle, bireyin aşıdan yaralanması toplumsal bir görev olarak ortaya çıkmaktadır. Dünya çapında yeni yaş gruplarının aşılarmaya başlaması ve ayrıca bazı grupların vurulması için bir güçlendirici dozun başlamasıyla birlikte, daha fazla ve yeni sonuçlar beklenmektedir. Kısa bir süre içinde, ancak büyük bir şeffaflık ve raporlama ile, yıllar içinde teşvik edilecek yeni aşı türlerinin çıkacağı da öngörmelidir. Her değişiklik, yeni uygulama hatta yeni aşı, yeni güvenlik ve etkinlik değerlendirmelerini beraberinde getirecek, tüm elde edilecek veriler ile ortaya çıkacak yeni raporlar aşı kampanyalarına ve salgına karşı büyük savaşa öncülük edecek olsa da, hala en önemli sorun ve aynı zamanda savaş alanı belki de insanların düzgün bir şekilde aşılarmasını durduran yalan haberlere karşı olduğu görülmektedir.

Kaynakça

- Barda, N., Dagan, N., Ben-Shlomo, Y., Kepten, E., Waxman, J., Ohana, R., . . . Balicer, R. D. (2021). Safety of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Setting. *N Engl J Med*, 385(12), 1078-1090. doi:10.1056/NEJMoa2110475
- Berkkan, A., Ulutaş, O.K. (2020). Evaluation of Alcohol Content of Cologne Products in the Turkish Market Amid the COVID-19 Pandemic. *Gazi Medical Journal*, 31(3A), 513-517. doi:10.12996/gmj.2020.121
- Berkkan, A., Ulutaş, O.K. (2021). ANALYTICAL PERFORMANCE AND VALIDATION OF HEAD SPACE – GAS CHROMATOGRAPHY – FLAME IONIZATION DETECTOR (HS-GC-FID) METHOD FOR ALCOHOL CONTENT AND EVALUATION OF EFFICIENCY AND POSSIBLE TOXICITY OF HAND SANITIZERS AT THE TIME OF PANDEMIC. *Revue Roumaine de Chimie*, 66(6), 547-556. doi:10.33224/rch.2021.66.6.07
- CDC. (2008). Syncope after vaccination--United States, January 2005-July 2007. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 57(17), 457-460.
- CDC. (2021a). Allergic Reactions Including Anaphylaxis After Receipt of the First Dose of Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine - United States, December 14-23, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 70(2), 46-51. doi:10.15585/mmwr.mm7002e1
- CDC. (2021b). Interim Clinical Considerations for Use of COVID-19 Vaccines Currently Authorized in the United States. Retrieved from <https://www.cdc.gov/vaccines/covid-19/clinical-considerations/covid-19-vaccines-us.html>
- CDC. (2021c). Vaccine Safety Datalink (VSD). Retrieved from <https://www.cdc.gov/vaccinesafety/ensuringsafety/monitoring/vsd/index.html>
- Chapin-Bardales, J., Gee, J., & Myers, T. (2021). Reactogenicity Following Receipt of mRNA-Based COVID-19 Vaccines. *JAMA*, 325(21), 2201-2202. doi:10.1001/jama.2021.5374
- Choi, J. H., Lee, S. K., Gil, Y. E., Ryu, J., Jung-Choi, K., Kim, H., . . . Yun, J. Y. (2017). Neurological Complications Resulting from Non-Oral Occupational Methanol Poisoning. *J Korean Med Sci*, 32(2), 371-376. doi:10.3346/jkms.2017.32.2.371
- Doedée, A. M., Boland, G. J., Pennings, J. L., de Klerk, A., Berbers, G. A., van der Klis, F. R., . . . Janssen, R. (2014). Effects of prophylactic and therapeutic paracetamol treatment during vaccination on hepatitis B antibody levels in adults: two open-label, randomized controlled trials. *PLoS One*, 9(6), e98175. doi:10.1371/journal.pone.0098175
- EMA. (2021a). Annual Report on Eudra Vigilance for the European Parliament, the Council and the Commission (2021). Retrieved from <https://>

- www.ema.europa.eu/en/documents/report/2020-annual-report-eudravigilance-european-parliament-council-commission_en.pdf
- EMA. (2021b). Meeting highlights from the Pharmacovigilance Risk Assessment Committee (PRAC) 3-6 May 2021. Retrieved from <https://www.ema.europa.eu/en/news/meeting-highlights-pharmacovigilance-risk-assessment-committee-prac-3-6-may-2021>
- England, P. H. (2015). *Compendium of Chemical Hazards: Methanol*. England: Crown.
- FDA. (2020). FDA Briefing Document. Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine. Vaccines and Related Biological Products Advisory Committee Meeting. December 10, 2020. Retrieved from <https://www.fda.gov/media/144245/download>
- FDA. (2021a). Emergency use authorization (EUA) of the Janssen COVID-19 vaccine to prevent coronavirus disease 2019 (COVID-19). Retrieved from <https://www.fda.gov/media/146304/download>
- FDA. (2021b). Emergency Use Authorization (EUA) of the Moderna COVID-19 Vaccine to prevent Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Factsheet for healthcare providers administering vaccine. Retrieved from https://www.fda.gov/media/144637/download?utm_medium=email&utm_source=govdelivery
- FDA. (2021c). EMERGENCY USE AUTHORIZATION (EUA) OF THE PFIZER-BIONTECH COVID-19 VACCINE TO PREVENT CORONAVIRUS DISEASE 2019 (COVID-19) FOR 5 THROUGH 11 YEARS OF AGE. Retrieved from <https://www.fda.gov/media/153714/download>
- FDA. (2021d). Emergency Use Authorization (EUA) of the Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine to Prevent Coronavirus. Fact sheet for healthcare providers administering vaccine. Retrieved from <https://www.fda.gov/emergency-preparedness-and-response/coronavirus-disease-2019-covid-19/comirnaty-and-pfizer-biontech-covid-19-vaccine#additional>
- FDA. (2021e). FDA Adverse Event Reporting System (FAERS) Public Dashboard. Retrieved from <https://www.fda.gov/drugs/questions-and-answers-fdas-adverse-event-reporting-system-faers/fda-adverse-event-reporting-system-faers-public-dashboard>
- Forrester, M. B. (2015). Characteristics of hand sanitizer ingestions by adolescents reported to poison centers. *Int J Adolesc Med Health*, 27(1), 69-72. doi:10.1515/ijamh-2014-0014
- Frenck, R. W., Jr., Klein, N. P., Kitchin, N., Gurtman, A., Absalon, J., Lockhart, S., . . . Gruber, W. C. (2021). Safety, Immunogenicity, and Efficacy of the BNT162b2 Covid-19 Vaccine in Adolescents. *N Engl J Med*, 385(3), 239-250. doi:10.1056/NEJMoa2107456

- Gargano, J. W., Wallace, M., Hadler, S. C., Langley, G., Su, J. R., Oster, M. E., . . . Oliver, S. E. (2021). Use of mRNA COVID-19 Vaccine After Reports of Myocarditis Among Vaccine Recipients: Update from the Advisory Committee on Immunization Practices - United States, June 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 70(27), 977-982. doi:10.15585/mmwr.mm7027e2
- Gee, J., Marquez, P., Su, J., Calvert, G. M., Liu, R., Myers, T., . . . Shimabukuro, T. (2021). First Month of COVID-19 Vaccine Safety Monitoring - United States, December 14, 2020-January 13, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 70(8), 283-288. doi:10.15585/mmwr.mm7008e3
- Ghannoum, M., Hoffman, R. S., Mowry, J. B., & Lavergne, V. (2014). Trends in toxic alcohol exposures in the United States from 2000 to 2013: a focus on the use of antidotes and extracorporeal treatments. *Semin Dial*, 27(4), 395-401. doi:10.1111/sdi.12237
- Gormley, N. J., Bronstein, A. C., Rasimas, J. J., Pao, M., Wrathney, A. T., Sun, J., . . . Suffredini, A. F. (2012). The rising incidence of intentional ingestion of ethanol-containing hand sanitizers. *Crit Care Med*, 40(1), 290-294. doi:10.1097/CCM.0b013e31822f09c0
- Han, B., Song, Y., Li, C., Yang, W., Ma, Q., Jiang, Z., . . . Gao, Q. (2021). Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac) in healthy children and adolescents: a double-blind, randomised, controlled, phase 1/2 clinical trial. *Lancet Infect Dis*, 21(12), 1645-1653. doi:10.1016/s1473-3099(21)00319-4
- Hillier, M. D. (2020). Using effective hand hygiene practice to prevent and control infection. *Nurs Stand*, 35(5), 45-50. doi:10.7748/ns.2020.e11552
- Huang, G. K., Stewardson, A. J., & Grayson, M. L. (2014). Back to basics: hand hygiene and isolation. *Curr Opin Infect Dis*, 27(4), 379-389. doi:10.1097/qco.0000000000000080
- Jansen, K. (2020). How we know disinfectants should kill the COVID-19 coronavirus. *C&EN Global Enterprise*, 98(11), 7-7. doi:10.1021/cen-09811-scicon2
- Jara, A., Undurraga, E. A., González, C., Paredes, F., Fontecilla, T., Jara, G., . . . Araos, R. (2021). Effectiveness of an Inactivated SARS-CoV-2 Vaccine in Chile. *N Engl J Med*, 385(10), 875-884. doi:10.1056/NEJMoa2107715
- Kalkan, S., Cevik, A. A., Cavdar, C., Aygoren, O., Akgun, A., Ergun, N., & Tuncok, Y. (2003). Acute methanol poisonings reported to the Drug and Poison Information Center in Izmir, Turkey. *Veterinary and human toxicology*, 45(6), 334-337. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/MED/14640491>
- Kampf, G. (2018). Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 98(4), 331-338. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2017.08.025>

- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020a). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*, 104(3), 246-251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020b). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, 104(3), 246-251. doi:https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022
- Kantor, J. (2020). Behavioral considerations and impact on personal protective equipment use: Early lessons from the coronavirus (COVID-19) pandemic. *J Am Acad Dermatol*, 82(5), 1087-1088. doi:10.1016/j.jaad.2020.03.013
- Klein, N. P., Lewis, N., Goddard, K., Fireman, B., Zerbo, O., Hanson, K. E., . . . Weintraub, E. S. (2021). Surveillance for Adverse Events After COVID-19 mRNA Vaccination. *JAMA*, 326(14), 1390-1399. doi:10.1001/jama.2021.15072
- Lachenmeier, D. W., Rehm, J., & Gmel, G. (2007). Surrogate alcohol: what do we know and where do we go? *Alcohol Clin Exp Res*, 31(10), 1613-1624. doi:10.1111/j.1530-0277.2007.00474.x
- Law, R. K., Sheikh, S., Bronstein, A., Thomas, R., Spiller, H. A., & Schier, J. G. (2014). Incidents of potential public health significance identified using national surveillance of US poison center data (2008-2012). *Clin Toxicol (Phila)*, 52(9), 958-963. doi:10.3109/15563650.2014.953171
- Lee, G. M., Romero, J. R., & Bell, B. P. (2020). Postapproval Vaccine Safety Surveillance for COVID-19 Vaccines in the US. *JAMA*, 324(19), 1937-1938. doi:10.1001/jama.2020.19692
- McMartin, K., Jacobsen, D., & Hovda, K. E. (2016). Antidotes for poisoning by alcohols that form toxic metabolites. *Br J Clin Pharmacol*, 81(3), 505-515. doi:10.1111/bcp.12824
- Neal, D. (2020). Two hand sanitizers recalled and 14 added to the FDA's Do Not Use list in 16 days. Retrieved from <https://www.miamiherald.com/news/coronavirus/article246197495.html>
- Offit, P. (2018). Vaccine Development, Testing, and Regulation. Retrieved from <https://www.historyofvaccines.org/content/articles/vaccine-development-testing-and-regulation>
- Paasma, R., Hovda, K. E., Tikkerberi, A., & Jacobsen, D. (2007). Methanol mass poisoning in Estonia: outbreak in 154 patients. *Clin Toxicol (Phila)*, 45(2), 152-157. doi:10.1080/15563650600956329
- Prymula, R., Siegrist, C. A., Chlibek, R., Zemlickova, H., Vackova, M., Smetana, J., . . . Schuerman, L. (2009). Effect of prophylactic paracetamol administration at time of vaccination on febrile reactions and antibody responses in children: two open-label, randomised controlled trials. *Lancet*, 374(9698), 1339-1350. doi:10.1016/s0140-6736(09)61208-3

- Ranzani, O. T., Hitchings, M. D. T., Dorion, M., D'Agostini, T. L., de Paula, R. C., de Paula, O. F. P., . . . Croda, J. (2021). Effectiveness of the CoronaVac vaccine in older adults during a gamma variant associated epidemic of covid-19 in Brazil: test negative case-control study. *Bmj*, 374, n2015. doi:10.1136/bmj.n2015
- Registry, A. f. T. S. a. D. (1993). Methanol toxicity. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Am Fam Physician*, 47(1), 163-171.
- Rehm, J., Kailasapillai, S., Larsen, E., Rehm, M. X., Samokhvalov, A. V., Shield, K. D., . . . Lachenmeier, D. W. (2014). A systematic review of the epidemiology of unrecorded alcohol consumption and the chemical composition of unrecorded alcohol. *Addiction*, 109(6), 880-893. doi:10.1111/add.12498
- Riad, A., Sağıroğlu, D., Üstün, B., Pokorná, A., Klugarová, J., Attia, S., & Klugar, M. (2021). Prevalence and Risk Factors of CoronaVac Side Effects: An Independent Cross-Sectional Study among Healthcare Workers in Turkey. *J Clin Med*, 10(12). doi:10.3390/jcm10122629
- Rostrup, M., Edwards, J. K., Abukalish, M., Ezzabi, M., Some, D., Ritter, H., . . . Hovda, K. E. (2016). The Methanol Poisoning Outbreaks in Libya 2013 and Kenya 2014. *PLoS One*, 11(3), e0152676. doi:10.1371/journal.pone.0152676
- Ryu, J., Lim, K. H., Ryu, D. R., Lee, H. W., Yun, J. Y., Kim, S. W., . . . Kim, H. (2016). Two cases of methyl alcohol intoxication by sub-chronic inhalation and dermal exposure during aluminum CNC cutting in a small-sized subcontracted factory. *Ann Occup Environ Med*, 28, 65. doi:10.1186/s40557-016-0153-9
- Sağlık Bakanlığı. (1994). Kozmetik Yönetmeliği. Retrieved from <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/21899.pdf>
- Sağlık Bakanlığı. (2021a). Genişletilmiş Bağışıklama Programı. Retrieved from <https://covid19asi.saglik.gov.tr/TR-77803/genisletilmis-bagisiklama-programi-gbp.html>
- Sağlık Bakanlığı. (2021b). Sağlık Bakanlığı Aşı Takip Sistemi. Retrieved from <https://covid19asi.saglik.gov.tr/TR-77807/asi-takip-sistemi-ats.html>
- Santos, C., Kieszak, S., Wang, A., Law, R., Schier, J., & Wolkin, A. (2017). Reported Adverse Health Effects in Children from Ingestion of Alcohol-Based Hand Sanitizers - United States, 2011-2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 66(8), 223-226. doi:10.15585/mmwr.mm6608a5
- Shimabukuro, T. (2021a). COVID-19 vaccine safety update. Retrieved from <https://www.cdc.gov/vaccines/acip/meetings/downloads/slides-2021-01/06-COVID-Shimabukuro.pdf>
- Shimabukuro, T. (2021b). Thrombosis with thrombocytopenia syndrome (TTS) following Janssen COVID-19 vaccine. Retrieved from <https://www.cdc.gov/vaccines/acip/meetings/downloads/slides-2021-04-23/03-COVID-Shimabukuro-508.pdf>

- Siddharta, A., Pfaender, S., Vielle, N. J., Dijkman, R., Friesland, M., Becker, B., . . . Steinmann, E. (2017). Virucidal Activity of World Health Organization-Recommended Formulations Against Enveloped Viruses, Including Zika, Ebola, and Emerging Coronaviruses. *J Infect Dis*, 215(6), 902-906. doi:10.1093/infdis/jix046
- Tanrioer, M. D., Doğanay, H. L., Akova, M., Güner, H. R., Azap, A., Akhan, S., . . . Unal, S. (2021). Efficacy and safety of an inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine (CoronaVac): interim results of a double-blind, randomised, placebo-controlled, phase 3 trial in Turkey. *Lancet*, 398(10296), 213-222. doi:10.1016/s0140-6736(21)01429-x
- TEB. (2015). *Türkiye Eczacılar Birliği Majistral İlaç Rehberi*. Ankara Turkey: Türk Eczacılar Birliği Yayınları.
- TEB. (2020). Türkiye Eczacılar Birliği Eczanelerde El Antiseptiği Hazırlanması. Retrieved from <https://www.teb.org.tr/news/8707/Eczanelerde-El-Antisepti%C4%9Fi-Haz%C4%B1rlanmas%C4%B1-Hakk%C4%B1nda>
- Thanacoody, R. H., Gilfillan, C., Bradberry, S. M., Davies, J., Jackson, G., Vale, A. J., . . . Thomas, S. H. (2016). Management of poisoning with ethylene glycol and methanol in the UK: a prospective study conducted by the National Poisons Information Service (NPIS). *Clin Toxicol (Phila)*, 54(2), 134-140. doi:10.3109/15563650.2015.1116044
- TOBB. (2017). *Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Türkiye Kozmetik ve Temizlik Ürünleri Sanayi Meclisi 2017 Sektör Raporu*. Ankara, Turkey: TOBB Yayınları.
- Uca, A. U., Kozak, H. H., & Altas, M. (2015). An Undercovered Health Threat in Turkey: Transdermal Methanol Intoxication. *Clinical Neuropharmacology*, 38(2), 52-54. doi:10.1097/wnf.0000000000000071
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., . . . Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*, 382(16), 1564-1567. doi:10.1056/NEJMc2004973
- WHO. (2020a). Guide to Local Production: WHO-recommended Handrub Formulations. Retrieved from https://www.who.int/gpsc/5may/Guide_to_Local_Production.pdf?ua=1
- WHO. (2020b). Timeline of WHO's response to COVID-19. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/detail/29-06-2020-covidtimeline>
- WHO. (2021a). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
- WHO. (2021b). COVID-19 vaccine tracker and landscape website. Retrieved from <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>

- WHO. (2021c). Q&A on coronaviruses (COVID-19). Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-coronaviruses>
- Zakharov, S., Pelcova, D., Urban, P., Navratil, T., Diblik, P., Kuthan, P., . . . Hovda, K. E. (2014). Czech mass methanol outbreak 2012: epidemiology, challenges and clinical features. *Clin Toxicol (Phila)*, 52(10), 1013-1024. doi:10.3109/15563650.2014.974106
- Zhang, Y., Zeng, G., Pan, H., Li, C., Hu, Y., Chu, K., . . . Zhu, F. (2021). Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in healthy adults aged 18-59 years: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 clinical trial. *Lancet Infect Dis*, 21(2), 181-192. doi:10.1016/s1473-3099(20)30843-4

Bölüm 8

MULTİPLE PRİMER AKCİĞER KANSERİ VE GENETİK PROFİLİ

Şeref Buğra TUNCER¹

Betül ÇELİK²

¹ İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD, Kanser Genetiği BD. İstanbul, Türkiye (tuncerbugra@gmail.com) orcid id: 0000-0001-8023-3223

² İstanbul Üniversitesi, Onkoloji Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD, Kanser Genetiği BD. İstanbul, Türkiye (celikbetul6@gmail.com), orcid id: 0000-0001-7923-275X

1. Giriş

MULTIPLE PRİMER AKCİĞER KANSERİ (MPLC)

Yeni teşhis edilen tüm kanser vakalarının önemli bir yüzdesi (%8)'i daha önce tümörü olan ve ikincil primer kanser tanısı alan hastalardan oluşmaktadır. Akciğer kanserinde de diğer birçok kanser türünde olduğu gibi benzer bir eğilim vardır. Akciğer kanseri, dünya çapında hem erkeklerde hem de kadınlarda önde gelen ölüm nedenleri arasında yer almaktadır. Ölüm oranı için ise net bir bilgi yoktur. Bununla birlikte, onkolojik tedavinin yanı sıra genetik ve çevresel faktörlerin de akciğer kanseri hastalarında rol oynadığı bilinmektedir. Akciğer kanseri insidansı arttıkça, multiple primer akciğer kanseri (MPLC) teşhisi konan hasta sayısı da artmaktadır. Gelişmiş tanı ve sürveyans mekanizmaları ve yaşlanan nüfus nedeniyle, dünya çapında multiple primer akciğer kanseri (MPLC) vakaları artmaktadır. Akciğer kanserinin MPLC ile intrapulmoner metastazını ayırt etmek tedavi stratejisi ve prognoz açısından önemli olmakla birlikte özellikle benzer histolojilere sahip olgularda oldukça karmaşıktır.

1. Giriş

Akciğer kanseri, dünya çapında hem erkeklerde hem de kadınlarda önde gelen ölüm nedenleri arasındadır (A. Jemal, 2008). Her yıl yaklaşık 1,6 milyon insan akciğer kanserinden dolayı hayatını kaybetmektedir ve toplam 5 yıllık sağkalım oranı %15'tir (A. Jemal, 2008). Akciğer kanserinin birçoğu ileri bir aşamada tespit edilir. Hastada kanser tedavisi sırasında veya sonrasında akciğer kanseri de dahil olmak üzere başka bir kanser gelişebilir. Senkronize multipl primer akciğer kanserli (MPLC) ve cerrahi tedaviye kontrendikasyonları olan hastalarda ortalama sağkalım süresi 31 aydır (G. H. Griffioen, 2013). Tümör histolojileri benzer olduğunda intrapulmoner metastazlar ile yeni bir primer kanser arasında ayırım yapmak zor olabilir. MPLC'lerin yaklaşık %50,8-57,9'unun benzer histolojilere sahip olduğu tahmin edilmektedir (T. Antakli, 1995; M. Riquet, 2008). Daha önce radyoterapi ile tedavi edilen alanda meydana gelen morfolojik değişiklikler nedeniyle, daha sonraki bir primer akciğer tümörü ile intrapulmoner metastatik tümör arasında ayırım yapmak daha da zor olabilmektedir.

2. Multiple Primer Akciğer Kanserlerinin Tanımı

MPLC'nin ilk tanı kriterleri Martini ve arkadaşları tarafından 1975 yılında tanımlanmıştır (N. Martini, M. R. Melamed, 1975). Bu kriterlere göre; MPLC'ler, senkronize MPLC'ler (sMPLC'ler) ve metakron MPLC'ler (mMPLC'ler) olarak ikiye ayrılır. Küresel olarak kabul edilmiş hiçbir kılavuz olmamasına rağmen, klinik ortamda sMPLC'ler ve mMPLC'ler için üç tanı kriteri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kriterlere

göre senkron ve metakron MPLC ayırt edilebilir. Senkronize kanserler, histolojik olarak aynı veya farklı olacak şekilde, farklı segmentler, loblar veya akciğerlerde değişik şekillerde ortaya çıkan farklı neoplastik süreçlerdir. Metakron kanserler ise, en az 2 yıllık aralıklarla gelişen veya in situ karsinomlardan kaynaklanan veya 2. tümörün başka bir lob veya akciğerde yer aldığı, aynı veya farklı histolojilere sahip neoplastik süreçleridir, lenf nodu ve tanı anında ekstrapulmoner metastazı yoktur. Yeni tanı yöntemlerinin geliştirilmesi, bu kriterlerde değişikliklere yol açmıştır. 1995 yılında MPLC, Antakli ve arkadaşları tarafından yeniden tanımlanmıştır (T. Antakli, 1995). Tümörler farklı veya benzer histolojilere sahipse ve aşağıdaki 5 kriterden en az 2'sini karşılıyorsa MPLC tanısı konur:

- Farklı histolojik konum
- Premalign lezyon
- Metastaz yok
- Mediastinal infiltrasyon yok
- Farklı DNA ploidi

Metakron akciğer kanserleri en sık görülen MPLC'dir ve tüm vakaların %50-70'ini oluşturur (Y. Tsunezuka, 2004).

Klinikopatolojik özelliklere dayanan Martini-Melamed kriterleri pratik ve rutin klinik kullanıma girmiştir. Daha sonra moleküler biyoloji ve NGS teknolojisinin gelişmesiyle Martini-Melamed kriterleri revize edilmiş ve geliştirilmiştir. American College of Chest Physicians hem sMPLC'ler hem de mMPLC'ler için bir tanı kriteri olarak farklı moleküler genetik özellikler eklemiştir (F. C. Detterbeck, 2003; K. R. Shen, 2007). Buna göre; histolojik tipler aynı olduğunda, tümörlerin yerleşimi açısından sMPLC'leri teşhis etmek için farklı loblar olması ve mMPLC'lerin gelişimi arasındaki aralığın dört yıl veya daha fazla olması gerektirir. Ayrıca multiple adenokarsinomların histolojik alt tiplerin (örn., lepidik, papiller, mikropapiller, asiner) oranlarına göre ayırt edilmesi ve MPLC'lerin tanısında multidisipliner bir ekibin konsültasyonunun dikkate alınması gerektiği öne sürülmüştür. Bununla birlikte, ikincil bir kanserin primer tümör mü yoksa tümörler arasında 2 ila 4 yıl ara ile metastatik bir tümör mü olduğunu belirlemek zordur. Bu konuda belirlenmiş spesifik moleküler biyobelirteçlerden ise bahsedilmemiştir.

3. Akciğer Kanseri Epidemiyolojisi

Multiple kanserlerin gelişimi farklı birçok faktör tarafından belirlenir. İlk kanser için uygulanan tedavinin, sonraki malignitelerin gelişimini etkileyen birincil faktör olduğu düşünülmektedir. Birincil kanser tedavisi tamamlandıktan sonra hayatta kalma süresi ile 2. kansere yakalanma ola-

sılığı artar. 60 yaş altı primer kanser teşhisi konan hastalarda ve iyileşme şansı oldukça yüksek olan daha düşük evreli primer kanserli hastalarda risk daha yüksektir. Sonraki neoplazi süreci – genetik faktörler dışında– büyük ölçüde tütün dumanı ve alkol gibi kanserojenlere maruz kalma durumu tarafından belirlenir.

Özellikle solunum yollarının karsinojen maddelere doğrudan maruz kalmasından dolayı sigara, kanser gelişiminden yaygın olarak bilinen sorumlulu bir faktördür. Uzun yıllar sigara içmek, birincil kanser tümörünün rezeksiyonu sonrası herhangi bir noktada birkaç kanserin eşzamanlı gelişimine de katkıda bulunabilir (A. P. Polednak, 2006). Sigara bırakma programları ile Akciğer kanserinin önlenmesi için önemli harcamalar yapılmasına rağmen, bu malignite hala dünya çapında insidans ve kansere bağlı mortalite açısından 1. sırada yer almaktadır (E. T. Fontham, 1994). Akciğer kanseri vakalarının büyük çoğunluğu (%85-90) sigara ile ilişkilidir ve hiç sigara içmemiş kişilerin pasif içiciliği de buna dahildir (A. J. Alberg, J. M. Samet, 2003; E. T. Fontham, 1994). Ayrıca, sigarayı bıraktıktan sonra bile uzun yıllar bu malignite riski artmaya devam ettiğinden, eskiden sigara içenlerde büyük bir yüzdesinde akciğer kanseri teşhisi konulabilmektedir (L. Tong, 1996).

Retrospektif çalışmalar, 1. akciğer kanseri tanısı konulduktan sonraki akciğer kanseri riskinin arttığını göstermiştir. Küçük hücre dışı akciğer karsinomu (KHDAK) olan hastalarda, başka bir kanser geliştirme riski yılda %1-2 olarak tahmin edilirken, başarılı bir şekilde tedavi edilen küçük hücreli akciğer karsinomu (KHAK) olan hastalarda başka bir akciğer kanseri riski yılda %2-14 olarak tahmin edildiği rapor edilmiştir (B. E. Johnson, 1998; X. Li, K. Hemminki, 2003).

Akciğer kanseri nedeniyle primer cerrahi rezeksiyon geçirmiş hastalarda MPLC riski yaklaşık olarak %16'dır. Risk çok yüksek değildir ancak bu, birincil akciğer kanseri teşhisi konan hastaların çoğunun başka bir kanser türü geliştirmeden ölmesiyle açıklanmaktadır. 3 yıldan fazla hayatta kalan hastalar düşünüldüğünde ilk kanser teşhisinden sonra %10-25'inin başka bir akciğer kanseri geliştirdiği gözlemlenmiştir (P. C. Van Bodegom, 1989).

4. Akciğer Kanseri Gelişiminde Genetik Faktörlerin Etkileri

Akciğer kanseri genom analizindeki son gelişmeler bu hastalığa dair moleküler bakış açısını büyük oranda değiştirmiştir. Akciğer kanseri gelişiminden sorumlu en önemli bilinen genler: *EGFR*, *KRAS*, *MET*, *LKB1*, *BRAF*, *PIK3CA*, *ALK*, *RET* ve *ROS1* olarak kabul edilmektedir (A. El-Telbany, P. C. Ma, 2012).

EGFR, *KRAS* ve *ERBB2*'deki mutasyonlar akciğer adenokarsinomun-

da yaygın bir şekilde gösterilmiştir (L. Ding, 2008). *EGFR* mutasyonlarının primer akciğer kanserinde mevcut olduğu, ancak metastazlarında bulunmadığı sıklıkla görülen bir durumdur (H. S. Han, 2011). Hem *EGFR* hem de *RAS* mutasyonları, NSCLC gelişimine de katkıda bulunur (L. Wang, 2014; Y. Yang, 2016). *KRAS* mutasyonları, skuamöz hücreli akciğer karsinomunda nadirdir, ancak akciğer adenokarsinomlarının yaklaşık olarak %15-25'sinde bulunabilir (S. Aviel-Ronen, 2006). *EGFR/KRAS* ve *ALK* mutasyonuna sahip senkron triple primer akciğer kanserli bir vakada tanımlanmıştır (H. J. Yoon, 2014).

Tirozin kinaz reseptörü c-Met, neoplazi, hücre hareketliliği, invazyonu, ve metastatik yayılma süreçlerinde yer alan SCLC dahil olmak üzere birçok solid tümörün gelişiminde önemli bir rol oynar.

LKBI'deki fonksiyon kaybı mutasyonları başlangıçta sadece otozomal dominant bir genetik bozukluk olan Peutz-Jeghers sendromu ile ilişkilendirilmiştir (A. Hemminki, 1998). Ancak Sanchez-Cespedes ve arkadaşları *LKBI* mutasyonunun tüm akciğer adenokarsinomlarının 1/3'ünde de mevcut olduğunu göstermiştir (M. Sanchez-Cespedes, 2002). NSCLC'de hastalarından toplanan örneklerin %1-3'ünde *BRAF* mutasyonları da tanımlanmıştır. *BRAF(V600E)* mutasyonları (%50) en yaygın olanıdır, bunu *BRAF(G469A)* mutasyonları (%39) ve *BRAF(D594G)* (%11) takip etmektedir (P. K. Paik, 2011). Akciğer adenokarsinomlu 127 hastada yapılan *BRAF* gen dizi analizinde, 2 spesifik mutasyon gösterilmiştir: biri ekson 11'de (*G465V*) ve diğeri ekson 15'te (*L596R*) mutasyonudur (K. Naoki, 2002).

Kawano ve ark., akciğer kanseri tanısı almış 135 hastayı kapsayan bir çalışmalarında, hastaların yaklaşık %3.4'ünde *PIK3CA* ekson 9 mutasyonunun meydana geldiğini göstermişlerdir (O. Kawano, 2006). Bu mutasyonun, akciğerin skuamöz hücreli karsinomunda (%6,5) akciğer adenokarsinoma (%1,5) göre daha yaygın olduğu saptanmıştır ve bu mutasyonun hastanın cinsiyeti veya sigara içme öyküsü ile korelasyon göstermediği belirtilmiştir.

KHDAK hastalarında *ROS1*(%2) ve *RET* (%1) mutasyonları gibi daha az sıklıkta mutasyonların meydana geldiği bildirilmiştir (K. Bergethon, 2012; T. Kohno, 2012). *ROS1* mutasyonları hemen hemen her zaman yalnızca *KRAS*, *EGFR* ve *ALK* mutasyonları ile birliktedir (A. T. Shaw, 2014; A. Warth, 2014).

Onkogenetik akciğer kanseri araştırmaları yeni teşhis ve tedavilerin bulunmasını sağlamaktadır. Yakın gelecekte, bu hastalığın gelecekteki klinik yönetimini önemli ölçüde değiştirebilecek bilgiler üretmek için akciğer kanseri mutasyonlarını daha doğru bir şekilde karakterize etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

5. Akciğer Kanseri Tarama Testleri

Akciğer kanserini önlemek, taramaktan çok daha önemlidir. Randomize klinik çalışmalar, akciğer kanseri teşhisi konan hastaların akciğer grafisi çekmesinin sağkalımı artırmadığını göstermiştir. Ancak son çalışmalar, göğüs bilgisayarlı tomografisi (BT) ile yıllık akciğer kanseri taramasının nikotin bağımlılığı olan hastalarda mortaliteyi azalttığını göstermiştir (U. Pastorino, 2012). Sonraki akciğer kanserlerini veya akciğer kanseri metastazlarını saptamak için yıllık göğüs BT taraması yoluyla yoğun sürveyansın etkinliği resmi olarak kanıtlanmamıştır, ancak sonraki dönemlerde yıllık BT taramaları genellikle Ulusal Kapsamlı Kanser (NCCN) kılavuzlarında tavsiye edilmektedir.

6. Multiple Primer Akciğer Kanserlerinin Metastatik Primer Tümörden Ayırt Edilme Kriterleri

Senkron veya metakron akciğer kanserlerinin insidansı son birkaç yılda artmaktadır. Bunun nedeni, teknolojik ilerleme ve bilgisayarlı tomografi ve pozitron emisyon tomografisi gibi yeni tanı yöntemlerinin artan kullanılabilirliğidir. Akciğer kanseri için mevcut TNM sınıflamasına (8. baskı) göre, tümör nodüllerinin ana tümör ile aynı lobda bulunması durumunda, tümör T3 olarak kategorize edilir; tümör farklı bir lobda ancak aynı tarafta bulunursa T4; ve karşı tarafta bulunuyorsa M1a'dır (M. B. Amin, 2017). Birden fazla primer akciğer tümörü mevcut olduğunda, multifokal akciğer kanserini farklı bir organdaki birincil kanserden ayırt etmek oldukça zordur (H. Asamura, 2010). Histopatolojiye dayalı olarak, özellikle hastada histolojik olarak ayırt edilmesi imkansız olan bir multiple akciğer malignitesi gelişirse, sonraki akciğer kanserlerinin çoğu hatalı olarak teşhis edilmektedir (G. H. Griffioen, 2013). Ancak böyle bir farklılaşma ayırımı, genetik ve immünohistokimyasal yöntemlerle mümkündür ve uygun tedavinin seçimi için doğru teşhis gereklidir. Birçok çalışmada, farklı MPLC'lerde, belirli kanser gen mutasyonu kromozom anomalilerine ve mikrosatellit değişikliklerine rastlanmıştır (S. J. Murphy, 2014).

19 metakron ve 11 senkron multiple akciğer tümör hastasını içeren bir çalışmada, *TP53* geninin aşırı ekspresyonu ve genetik anormallikleri araştırılmıştır (K. Hiroshima, 1998). Histolojik tiplerinin aynı olmasına rağmen, multiple tümörlerin bazılarının farklı klonal kökenlerden geliştiği gösterilmiştir. Mitsudomi ve arkadaşları *TP53* gen mutasyonu olan 16 hastada polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve tek zincirli konformasyon polimorfizmi (SSCP) kullanarak fenotipleri analiz etmiştir (T. Mitsudomi, 1997). Bu akciğer tümörlü hastaların 9'unda en az bir *TP53* gen mutasyonu gösterilmiştir. Ancak bu hastaların *TP53* mutasyon durumları uyumsuzdu. Bu, 6 hastanın hemen hepsi aynı histolojik özelliklere sahip olmasına rağmen, farklı bir klonal kökene sahipti. Akciğer kanserinde, *TP53* geni

şimdiye kadar en yaygın mutasyona uğramış genlerden biri olarak kabul edilmiştir ve mutasyonlar KHDAK hastalarının %50'sinde ve hemen hemen tüm SCLC hastalarında mevcuttur (A. F. Gazdar, 1994). *TP53* gen mutasyonunun test edilmesinin sunduğu bir diğer avantaj ise, mutasyon, özellikle skuamöz hücre çeşidi olmak üzere akciğer kanseri seyrinde nispeten erken görülebilir, çünkü mutasyon malign fenotipin gelişmesinde rol oynar (G. Sozzi, 1992). Bu fenotip oluştuğunda, bu tümör ilerlemesi ve metastazı sırasında iyi korunur (M. B. Reichel, 1994). *TP53* gen mutasyonuna ek olarak, akciğer tümörlerinin klonal analizi için şu anda birkaç başka moleküler yöntem mevcuttur. X-kromozomu inaktivasyonunun analizi ve ek olarak, 3p, 5q, 9q, 11p, 13q, 17p veya 18q gibi belirli kromozom kollarında heterozigosite kaybı (LOH) veya *RAS* mutasyonları için testler yapılmaktadır.

Birçok çalışma, mikrosatellit instabilitesi (MSI) ve LOH ile hastalığın hem erken hem de geç evrelerinde yayılmış primer tümör ile sonraki primer tümör arasında ayırım yapmak için kullanılabileceğini göstermiştir (S. Dacic, 2005; T. W. Geurts, 2005; C. Shen, 2014). MSI ve LOH, neoplastik transformasyon sırasında hücre tarafından edinilen moleküler anormallikleri temsil eder. Shen ve ark. bir hastada bir tanesi sağ alt lobda diğeri sağ üst lobdan elde edilen 2 akciğer tümörünün moleküler analizini gerçekleştirdi ve 1. tümörde saptanan, diğesinde saptanmayan mikrosatellit aleli D2S1363'ü tespit etti. Her iki tümörde de 5 mikrosatellit belirteci için aynı allelik arka plan oluşturuldu, ancak mikrosatellit belirteci D2S1363 birincisinde saptandı, ancak diğere tümörde saptanmadı (C. Shen, 2015). Sebebi ise 2. lezyonun gerçekten de 1. tümörden kaynaklanan ve histolojik olarak doğrulanmış bir metastatik lezyonu olmasıdır.

Wang ve ark. 30 hastadan elde edilen 70 adet akciğer tümörü genetik materyalini araştırdı (X. Wang, 2009). 30 hastanın hepsinde, 6 mikrosatellit markırının 1/4'ünde LOH olduğu ve 30 hastanın 23'ünün (%77) farklı tümörlerin monoklonal orijini ile uyumlu aynı genetik anormalliklere sahip olduğu gösterildi. Bu nedenle metastatik tümörleri MPLC'lerden ayırmak için farklı alellerin moleküler analizi ve mikrosatellit polimorfik markırların kullanılabileceği düşünülmektedir.

Tümörlerin ayırıcı tanısı *EGFR* mutasyonlarına bağlı olarak da yapılabilir (Y. Liu, 2016). Takuwa ve ark. her biri farklı bir yerde bulunan 2 adenokarsinomun eşzamanlı varlığına ilişkin bir vaka raporu yayınlamıştır (T. Takuwa, 2010). Orta lobda yer alan bir tümör, subkarinal lenf düğümlerinden elde edilen hücrelerdeki mutasyonla aynı olan *EGFR* ekson 21'de *L858R* mutasyonuna sahipti. Ancak üst lobda yer alan diğere tümörde böyle bir mutasyon saptanmadı. Buna dayanarak, çift primer akciğer kanseri teşhisi konuldu. Bu bilinen bir hot spot mutasyonudur ve Asya kökenli akciğer adenokarsinomu hastalarında bildirilen *EGFR* mutasyonlarının

%40'ından fazlasını oluşturur (T. S. Mok, 2009).

Akciğer kanseri için düşük doz BT taramasında ise, primer akciğer kanseri ile granülomatöz nodülleri ayırt etmek için non-invaziv bir marker arayışı yoğunlaşmıştır (C. Dennie, 2016; N. Sharma, 2008).

Pozitron emisyon tomografisi (PET), multiple primer senkron tümörlerini metastatik primer tümörlerden ayırt etmek için kullanılabilir. Dijkman ve ark. 37 hasta üzerinde yürüttüğü bir çalışmaya göre; 2. primer tümörü olan hastaların (%58, $p < 0,001$) metastatik tümörü olanlarla karşılaştırıldığında (%28) önemli ölçüde daha yüksek bir SUV (standart uptake value=standart uptake değeri) farkı gösterdiklerini tespit etmişlerdir (B. G. Dijkman, 2010). Ayrıca, Hsu ve ark. yalnızca tümör boyutunun potansiyel lokal progresyon veya metastaz üzerinde güçlü bir etkisi olabileceğini ve SUVmax ile boyut kombinasyonunun cerrahi sonrası nüks açısından daha yüksek risk taşıyan bir hasta alt grubunu belirlediği gösterilmiştir (H. H. Hsu, 2016). 18F-FDG PET kullanılarak elde edilen görüntülerden elde edilen SUV değerleri bu nedenle senkron akciğer kanserli hastalarda metastatik tümörleri diğer primer tümörlerden ayırt etmede faydalı olabilir (J. A. Obando, 2008).

7. Sonuç

Primer akciğer kanseri teşhisi konan hastalar, sonraki bir malignitenin erken teşhisine olanak sağlamak için dikkatle izlenmelidir. İntrapulmoner yayılımı olan akciğer kanserli hastalarda MPLC tanısı gecikebilir veya yanlış olabilir. Primer bir tümörün intrapulmoner yayılımının MPLC'ye karşı ayırıcı tanısında yeni yöntemler, değerli tanısal ipuçları sağlayabilir. Kuşkusuz, moleküler yöntemler yakın gelecekte daha büyük bir role sahip olacak ve multiple neoplazmalı hastaların yönetimini optimize edecektir. Bununla birlikte, MPLC onkogenetiği hakkında mevcut bilgiler hala yetersizdir. Gelecekteki çalışmalar bu sorunun daha derinden anlaşılmasını sağlayacak ve böylece kanseri daha iyi önleme ve erken teşhisine katkıda bulunacaktır. MPLC'nin klonal kökeninin kesin olarak belirlenmesi, tedaviyi rasyonelleştirmeye ve hastaların prognozunu iyileştirmeye yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Alberg, A. J.J. M. Samet. (2003). Epidemiology of lung cancer. *Chest*, 123(1 Suppl), 21S-49S.
- Amin, M. B. (2017). The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: Continuing to build a bridge from a population-based to a more “personalized” approach to cancer staging. *CA Cancer J Clin*, 67(2), 93-99.
- Antakli, T. (1995). Second primary lung cancer. *Ann Thorac Surg*, 59(4), 863-6; discussion 867.
- Asamura, H. (2010). Multiple primary cancers or multiple metastases, that is the question. *J Thorac Oncol*, 5(7), 930-1.
- Aviel-Ronen, S. (2006). K-ras mutations in non-small-cell lung carcinoma: a review. *Clin Lung Cancer*, 8(1), 30-8.
- Bergethon, K. (2012). ROS1 rearrangements define a unique molecular class of lung cancers. *J Clin Oncol*, 30(8), 863-70.
- Dacic, S. (2005). Patterns of allelic loss of synchronous adenocarcinomas of the lung. *Am J Surg Pathol*, 29(7), 897-902.
- Dennie, C. (2016). Role of quantitative computed tomography texture analysis in the differentiation of primary lung cancer and granulomatous nodules. *Quant Imaging Med Surg*, 6(1), 6-15.
- Detterbeck, F. C. (2003). Lung cancer. Special treatment issues. *Chest*, 123(1 Suppl), 244S-258S.
- Dijkman, B. G. (2010). The role of (18)F-FDG PET in the differentiation between lung metastases and synchronous second primary lung tumours. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 37(11), 2037-47.
- Ding, L. (2008). Somatic mutations affect key pathways in lung adenocarcinoma. *Nature*, 455(7216), 1069-75.
- El-Telbany, A.P. C. Ma. (2012). Cancer genes in lung cancer: racial disparities: are there any? *Genes Cancer*, 3(7-8), 467-80.
- Fontham, E. T. (1994). Environmental tobacco smoke and lung cancer in nonsmoking women. A multicenter study. *JAMA*, 271(22), 1752-9.
- Gazdar, A. F. (1994). The molecular and cellular basis of human lung cancer. *Anticancer Res*, 14(1B), 261-7.
- Geurts, T. W. (2005). Pulmonary squamous cell carcinoma following head and neck squamous cell carcinoma: metastasis or second primary? *Clin Cancer Res*, 11(18), 6608-14.
- Griffioen, G. H. (2013). Treatment of multiple primary lung cancers using stereotactic radiotherapy, either with or without surgery. *Radiother Oncol*, 107(3), 403-8.

- Han, H. S. (2011). EGFR mutation status in primary lung adenocarcinomas and corresponding metastatic lesions: discordance in pleural metastases. *Clin Lung Cancer*, 12(6), 380-6.
- Hemminki, A. (1998). A serine/threonine kinase gene defective in Peutz-Jeghers syndrome. *Nature*, 391(6663), 184-7.
- Hiroshima, K. (1998). Synchronous and metachronous lung carcinomas: molecular evidence for multicentricity. *Pathol Int*, 48(11), 869-76.
- Hsu, H. H. (2016). SUVmax and Tumor Size Predict Surgical Outcome of Synchronous Multiple Primary Lung Cancers. *Medicine (Baltimore)*, 95(6), e2351.
- Jemal, A. (2008). Cancer statistics, 2008. *CA Cancer J Clin*, 58(2), 71-96.
- Johnson, B. E. (1998). Second lung cancers in patients after treatment for an initial lung cancer. *J Natl Cancer Inst*, 90(18), 1335-45.
- Kawano, O. (2006). PIK3CA mutation status in Japanese lung cancer patients. *Lung Cancer*, 54(2), 209-15.
- Kohno, T. (2012). KIF5B-RET fusions in lung adenocarcinoma. *Nat Med*, 18(3), 375-7.
- Li, X.K. Hemminki. (2003). Familial and second lung cancers: a nation-wide epidemiologic study from Sweden. *Lung Cancer*, 39(3), 255-63.
- Liu, Y. (2016). Genomic heterogeneity of multiple synchronous lung cancer. *Nat Commun*, 7, 13200.
- Martini, N.M. R. Melamed. (1975). Multiple primary lung cancers. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 70(4), 606-12.
- Mitsudomi, T. (1997). Mutations of the P53 tumor suppressor gene as clonal marker for multiple primary lung cancers. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 114(3), 354-60.
- Mok, T. S. (2009). Gefitinib or carboplatin-paclitaxel in pulmonary adenocarcinoma. *N Engl J Med*, 361(10), 947-57.
- Murphy, S. J. (2014). Identification of independent primary tumors and intrapulmonary metastases using DNA rearrangements in non-small-cell lung cancer. *J Clin Oncol*, 32(36), 4050-8.
- Naoki, K. (2002). Missense mutations of the BRAF gene in human lung adenocarcinoma. *Cancer Res*, 62(23), 7001-3.
- Obando, J. A. (2008). A case of two synchronous primary lung tumors demonstrated by FDG positron emission tomography. *Clin Nucl Med*, 33(11), 775-7.
- Paik, P. K. (2011). Clinical characteristics of patients with lung adenocarcinomas harboring BRAF mutations. *J Clin Oncol*, 29(15), 2046-51.

- Pastorino, U. (2012). Annual or biennial CT screening versus observation in heavy smokers: 5-year results of the MILD trial. *Eur J Cancer Prev*, 21(3), 308-15.
- Polednak, A. P. (2006). Obtaining smoking histories for population-based studies on multiple primary cancers: Connecticut, 2002. *Int J Cancer*, 119(1), 233-5.
- Reichel, M. B. (1994). p53 mutations in primary human lung tumors and their metastases. *Mol Carcinog*, 9(2), 105-9.
- Riquet, M. (2008). Multiple lung cancers prognosis: what about histology? *Ann Thorac Surg*, 86(3), 921-6.
- Sanchez-Cespedes, M. (2002). Inactivation of LKB1/STK11 is a common event in adenocarcinomas of the lung. *Cancer Res*, 62(13), 3659-62.
- Sharma, N. (2008). Segmentation and classification of medical images using texture-primitive features: Application of BAM-type artificial neural network. *J Med Phys*, 33(3), 119-26.
- Shaw, A. T. (2014). Crizotinib in ROS1-rearranged non-small-cell lung cancer. *N Engl J Med*, 371(21), 1963-71.
- Shen, C. (2014). Microsatellite alteration in multiple primary lung cancer. *J Thorac Dis*, 6(10), 1499-505.
- Shen, C. (2015). "Different trend" in multiple primary lung cancer and intrapulmonary metastasis. *Eur J Med Res*, 20, 17.
- Shen, K. R. (2007). Special treatment issues in lung cancer: ACCP evidence-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest*, 132(3 Suppl), 290S-305S.
- Sozzi, G. (1992). Deletions of 17p and p53 mutations in preneoplastic lesions of the lung. *Cancer Res*, 52(21), 6079-82.
- Takuwa, T. (2010). Diagnosis of synchronous primary lung adenocarcinomas based on epidermal growth factor (EGFR) gene status: A case report. *Lung Cancer*, 68(3), 498-500.
- Tong, L. (1996). Lung carcinoma in former smokers. *Cancer*, 78(5), 1004-10.
- Tsunezuka, Y. (2004). The results of therapy for bilateral multiple primary lung cancers: 30 years experience in a single centre. *Eur J Surg Oncol*, 30(7), 781-5.
- Van Bodegom, P. C. (1989). Second primary lung cancer: importance of long term follow up. *Thorax*, 44(10), 788-93.
- Wang, L. (2014). PIK3CA mutations frequently coexist with EGFR/KRAS mutations in non-small cell lung cancer and suggest poor prognosis in EGFR/KRAS wildtype subgroup. *PLoS One*, 9(2), e88291.
- Wang, X. (2009). Evidence for common clonal origin of multifocal lung cancers. *J Natl Cancer Inst*, 101(8), 560-70.

- Warth, A. (2014). ROS1 expression and translocations in non-small-cell lung cancer: clinicopathological analysis of 1478 cases. *Histopathology*, 65(2), 187-94.
- Yang, Y. (2016). Phenotype-genotype correlation in multiple primary lung cancer patients in China. *Sci Rep*, 6, 36177.
- Yoon, H. J. (2014). Synchronous triple primary lung cancers: a case report. *Korean J Radiol*, 15(5), 646-50.

Bölüm 9

TEK SAĞLIK

Ülken Tunga BABAOĞLU¹

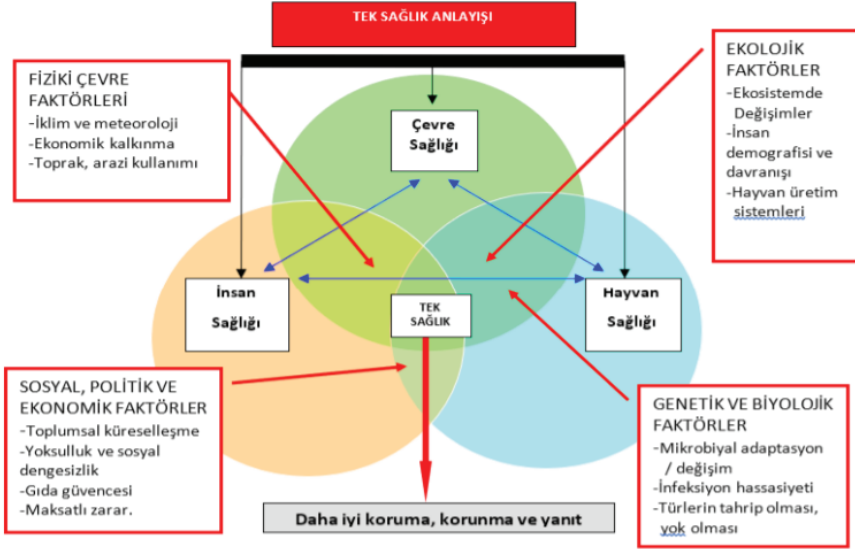
¹ Doç.Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı AD.

Tek sağlık nedir?

Tek Sağlık, insan, hayvan, bitki ve onların ortak çevreleri arasındaki bağlantıyı kabul ederek optimal sağlık sonuçlarına ulaşma hedefiyle yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeylerde çalışan işbirlikçi, çok sektörlü ve disiplinler arası bir yaklaşımdır (Prevention, 2021). İnsanların, hayvanların ve çevrenin sağlığının bağlantılı olduğunu kabul eden Tek Sağlık, tüm türlerin sağlığını geliştirmek, iyileştirmek ve savunmak için disiplinler arasında iletişimi ve işbirliğini artırmayı amaçlamaktadır (L. H. M. Kahn, Thomas P.; Bokma, Bob H.; Gibbs, E. Paul; Aguirre, A. Alonso, 2016). Amerikan Veterinerler Birliği (AVM) tarafından, Tek Sağlık “insan, hayvan ve çevre sağlığını yükseltmek için yerel, ulusal ve küresel olarak çalışan birden çok disiplinin ortak çabası” olarak tanımlanmıştır (Association, 2008). Bu tanımlar doğrultusunda tek sağlık yaklaşımı, insan, hayvan ve çevre alanların da görülen sağlık risklerinin bütüncül değerlendirilmesidir. Tek Sağlık yaklaşımında, bunlarla sınırlı olmamak üzere bulaşıcı hastalıklar, kronik hastalıklar, farmakoloji, ekoloji, tarım ve sürdürülebilirlik, koruyucu tıp, ekonomi ve sosyal bilimler yer almaktadır. Bu bilim dallarında birlikte çalışarak, entegre bilgi üretme hedefi ile üç alanda mücadele eder, önleme stratejilerinin geliştirilmesini sağlar ve uygulanmasını içerir (Rabinowitz et al., 2013).

Bu strateji basit görünse de, ne yazık ki uygulanması kolay olmamaktadır. 20. yüzyılda tıp biliminde uzmanlaşmaya eğilimin artması, politikaların ve yatırımların tedavi edici sağlık hizmetlerine ağırlık verilmektedir. Tek sağlık yaklaşımının yaygınlaşması için bu uzmanlaşmış sistem içerisinde liderlik, ortak eğitim programları, finansal destek ve disiplinler arası çabaları teşvik eden stratejileri gerektirecektir (L. H. M. Kahn, Thomas P.; Bokma, Bob H.; Gibbs, E. Paul; Aguirre, A. Alonso, 2016).

Şekil 1’de Tek Sağlık kavramının tanımı daha iyi anlaşılmaktadır. İnsan, hayvan ve çevre alanlarının kesiştiği alanda oluşan sağlık problemlerine karşı kurulan transdisipliner çalışmalar tek sağlık kavramı olarak geçmektedir. Bu sayede birbirlerini etkileyecek alanlardaki sağlık sorunlarına ortak çözüm ve koruyucu hekimlik anlayışı ile koruma sağlanacaktır.



Şekil 1. Tek sağlık anlayışı (Yılmaz, Oymak, & Serpen, 2018).

Tek sağlık Tarihçesi

1827’de Charles Darwin, Cambridge Üniversitesi’nde din ve doğa tarihi çalışmaları yapmak için Edinburgh Üniversitesi’ndeki tıp fakültesini bırakmaya karar verdi. Darwin’in zamanındaki sağlık pratisyenleri, bu disiplinler yakından bağlantılı olduğundan ve tıp eğitiminin ayrılmaz konuları olarak kabul edildiğinden, rutin olarak doğa tarihi ve zooloji konusunda eğitildi. Darwin tıp fakültesini asla tamamlamadı, ancak HMS Beagle’daki deneyimi ve büyük olasılıkla birden fazla disipline maruz kalması, 1859’da Türlerin Kökeni Üzerine adlı anıtsal kitabını yayınlamasına yol açtı (L. H. M. Kahn, Thomas P.; Bokma, Bob H.; Gibbs, E. Paul; Aguirre, A. Alonso, 2016).

Alman doktor ve patolog Rudolf Virchow (1821-1902), “zoonoz” terimini ortaya koydu ve “hayvan ve insan tıbbı arasında ayrım yoktur - olmamalı da” dedi: Veteriner tıbbını güçlü bir şekilde destekledi ve halk sağlığı için savunmuştur. Avrupa çapında sağlık et denetimleri ABD sonunda et denetimlerini de benimsedi. Bu yeni uygulama, veteriner hekimler tarafından günümüzün halk sağlığı et ve kümes hayvanı denetimlerinin temelini oluşturdu (L. H. Kahn, 2006).

Sir William Osler (1849-1919), Johns Hopkins Hastanesi’nde ilk Tıp Profesörü ve “modern tıbbın babası” olarak kabul edildi; Virchow ile çalışmak için Kanada’dan Almanya’ya gitmişti. Osler, McGill Üniversite-

si'ndeki tıp fakültesi Veterinerlik fakültesinde domuz kolerasını (klasik domuz vebası), o zamanlar mikrobiyal bir enfeksiyon olduğuna inanılan solucan otu (*Senecio jacobaea*) zehirlenmesinden kaynaklanan Pictou sığır hastalığını ve zararlı bronşiti araştırdı. Amerika Birleşik Devletleri Veteriner Hekimler Birliği Başkanı olan Albert W Clement gibi veterinerlerle yakın çalıştı (L. H. Kahn, Kaplan, & Steele, 2007).

Louis Pasteur (1822-1895) ve Robert Koch (1843-1910), mikroskobik organizmaların hastalığa neden olduğunu keşfederek tarihin akışını değiştirdi. Bu bilgi, patojenlere karşı etkili önleyici ve kontrol önlemlerinin geliştirilmesine izin verdi. Pasteur kuduza karşı bir aşı geliştirdi ve Koch *Clostridium tetaninin* tetanoza, *Streptococcus pneumoniae*'nin zatürreye ve *Vibrio cholerae*'nin koleraya neden olduğunu keşfetti (Munch, 2003).

20. yüzyıl ilerledikçe, tıp hekimleri giderek daha çok uzmanlaştı ve veteriner hekimlerle işbirliğine dayalı çabalar ve çalışmalar azaldı. İnsan ve hayvan hastalıkları büyük ölçüde ayrı konular olarak ele alındı. Bununla birlikte, ünlü veteriner epidemiyolog ve parazitolog Calvin W. Schwabe (1927- 2006) gibi birkaç veteriner hekim, Veteriner Tıbbı ve İnsan Sağlığı adlı kitabını yayınlarak zoonotik hastalıklara birleşik bir insan ve veterinerlik yaklaşımını desteklemeye devam etti (Cardiff, Ward, & Barthold, 2008).

Günümüzde küresel sağlığa tehditleri incelendiğinde, insan nüfus hızlı ve yoğunluğundan bir şekilde artması, hızlı ve çarpık kentleşmenin artması, vahşi hayvanların yaşam alanlarının insan nüfusu ile işgal edilmesi, endüstriyel gelişim ile çevre kirliliğinin artması olarak sayılabilir. Tüm bunlar hastalıkların ortaya çıkmasının en önemli belirleyicileri olarak sayılabilir (Jones et al., 2008). Son yıllarda yeni veya yeniden önem kazanan bulaşıcı hastalıkların %80'inden fazlası zoonoz hastalık olduğu belirtilmektedir (Horby, Hoa, Pfeiffer, & Wertheim, 2014).

20. yüzyıldan önce doktorlar, insan ve hayvanların sağlığını iyileştirmek için tipik olarak veteriner hekim meslektaşları ve diğerleriyle birlikte çalıştı (L. H. M. Kahn, Thomas P.; Bokma, Bob H.; Gibbs, E. Paul; Aguirre, A. Alonso, 2016). Dünya genelinde tek sağlık konseptinin yeniden önem kazanması ve küresel sağlık sorunlarına karşı kullanılması amacıyla Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya HayvanSağlığı Teşkilatı (OIE) 2010 yılında, bir bildiri yayımlayarak “Tek Sağlık” konseptini disiplinlerarası işbirliğiyle sağlanabilecek bir yaklaşım olarak açıklamışlardır. Zoonoz enfeksiyonların araştırılmasında, Avrupa Birliği oluşturduğu “Tıp-Veteriner-Ağı (Med-Vet-Net)” sistemi sayesinde meslek odaları arasındaki işbirliğini sağlamaktadır (Cevizci & Erginöz, 2009).

Neden tek sağlık yaklaşımı popüler oldu?

Son yıllarda insan nüfusunda hızlı artışın olması ve yaşam alanlarının yeni doğal coğrafi alanlara doğru genişlemektedir. Sonuç olarak, daha fazla insan hem çiftlik hayvanları hem de evcil hayvanlar olmak üzere vahşi ve evcil hayvanlarla yakın temas halinde yaşamaktadır. Hayvanlarla ve çevreleriyle yakın temas, hastalıkların hayvanlar ve insanlar arasında geçmesi için daha fazla fırsat sağlamaktadır. Dünya, ormansızlaşma ve yoğun tarım uygulamaları gibi iklim ve arazi kullanımında değişiklikler yaşamaktadır. Çevre koşullarındaki ve habitatlardaki bozulmalar, hastalıkların hayvanlara ve insanlara geçmesi için yeni yollar sağlamaktadır.

Milyonlarca hektar tropik yağmur ormanı, hayvan çiftliklerine yer açmak için kesilmesi ormansızlaşmaya neden olmuştur. Büyük ölçüde tahrip olan habitatta bulunan meyve yarasaları (virüsün doğal rezervuarı), domuz çiftliklerinin yakınındaki meyve ağaçlarından beslenmeye çalıştı ve ardından virüsü hayvanlara yaydı. Domuzlar, yarasa tükürüğü ve idrarıyla kontamine olmuş kısmen yenen meyveleri yediler. Yarasalar, daha önce bilinmeyen bir patojen olan Nipah virüsünü barındırıyordu. Salgının ekonomik ve insan sağlığı üzerindeki etkisi şiddetliydi: domuz çiftçileri milyonlar kaybetti ve ülkedeki domuz yetiştiriciliği büyük ölçüde çöktü ve artık yalnızca onaylanmış alanlarda izin veriliyor. Bu, sonuçta yüzlerce insanda ensefalit gelişimine ve 100'den fazla ölüme yol açan bir zincirleme reaksiyon başlattı (L. H. Kahn, 2011).

İnsanların, hayvanların ve hayvansal ürünlerin hareketi uluslararası seyahat ve ticaretten dolayı artmıştır. Sonuç olarak, hastalıklar sınırlar arasında ve dünya çapında hızla yayılmaktadır. Bu değişiklikler, hayvanlar ve insanlar arasında yayılabilen hastalıklar olan mevcut veya bilinen (endemik) ve yeni veya ortaya çıkan zoonotik hastalıkların yayılmasına neden olmuştur. Zoonotik hastalıkların örnekleri şunları içerir (CDC, 2020).

Kuduz

Salmonella enfeksiyonu

Batı Nil virüsü enfeksiyonu

Q Ateşi (*Coxiella burnetii*)

Şarbon

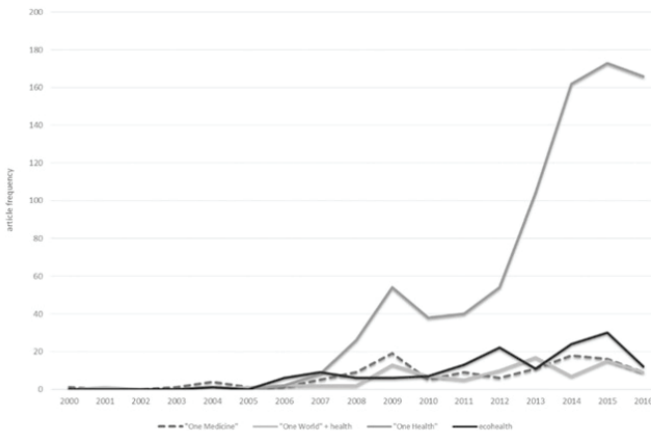
Bruselloz

Lyme hastalığı

Ebola

Ortaya yeni çıkan ve mevcut birçok bulaşıcı hastalık, salgın ve endemik potansiyelleri, geniş kapsamlı sosyoekonomik etkileri nedeniyle küresel halk sağlığını ilgilendirmektedir. Küresel salgınlara neden olan örneklerinden bazıları, insanlarda şiddetli akut solunum sendromu (SARS), kanatlıları ve insanları etkileyen H5N15 ve en son COVID 19 pandemisi zoonoz olduğu bildirilmektedir. Birçok patojen, yeniden ortaya çıkan ve geniş çapta pandemilere neden olma potansiyeline sahiptir (Organization, 2019). Antimikrobiyal direnç, bakteriyel enfeksiyonları başarılı bir şekilde tedavi etme kabiliyetini tehdit eden diğer bir küresel halk sağlığı krizidir (Health & Services, 2013). Ana sorun olarak antibiyotiklerin birden fazla sektörde (insan, hayvan, tarım) aşırı kullanımının olduğu gösterilmektedir (O'Neill, 2016). Herhangi bir sektördeki antimikrobiyal kullanımından oluşan mikrobiyal adaptasyonlar, başka bir sektöre kolaylıkla geçebilir. Direnç sorununu, tek sağlık gibi koordineli, çok sektörlü bir yaklaşım kullanılarak ele almak mantıklıdır (Robinson et al., 2016). Küresel düzeydeki bu sorunların çözümü için oluşturulan tek sağlık konseptinde FAO, OIE ve WHO birlikte düzenledikleri raporda çözüm önerisi olarak kurumlar arası ve sektörler arası işbirliğini teşvik edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Tek sağlık çözümlerinde, farklı sağlık alanları ve sosyo-ekonomik boyutları içeren çok boyutlu doğasını kabul ederek, çok çeşitli paydaşlara ihtiyaç olduğunu ve çeşitli disiplinlerde stratejik işbirliği ve ortaklıklar teşvik edilmesini tavsiye etmektedir (Organization, 2019).

Bu nedenlerden dolayı popüler olan tek sağlık konseptinde bilimsel araştırmalarda çoğalmaktadır (Şekil 2). Web of Science da tek sağlık konseptinde yayınlanan yayınların yıllara göre sayıları incelendiğinde son yıllarda hızlı bir yükseliş olduğu görülmektedir (Woods, Bresalier, Cassidy, & Mason Dentinger, 2017).



Şekil 2. Tek Sağlık konseptinin yıllara göre yayın sayısındaki artışı (Woods et al., 2017)

Yaygın Tek Sağlık sorunları nelerdir?

Tek Sağlık sorunları, zoonotik hastalıklar, antimikrobiyal direnç, gıda güvenliği ve gıda güvenliği, vektör kaynaklı hastalıklar, çevresel kontaminasyon ve insanlar, hayvanlar ve çevre tarafından paylaşılan diğer sağlık tehditlerini içerir. Kronik hastalık, ruh sağlığı, yaralanma, iş sağlığı ve bulaşıcı olmayan hastalıklar alanları bile disiplinler ve sektörler arasında işbirliğini içeren Tek Sağlık yaklaşımından yararlanabilir.

Sorunun büyüklüğü, insan tıbbı, veterinerlik tıbbı ve ekolojinin neden yeniden güçlerini birleştirmesi gerektiğini gösteriyor. Taylor ve diğerleri. (2001) Zoonotik hastalıkların: diğer hastalıklara kıyasla yeni ortaya çıkan enfeksiyonlara yakalanma olasılığının iki katı olduğunu buldular. Özellikle RNA virüslerinin, hızlı mutajenez maruz kaldıkları ve yeni konakçılara ve vektörlere kolayca adapte olabildikleri için hayvanlardan ortaya çıkma ve tür engellerini aşma olasılığı yüksektir. Örnekler arasında Batı Nil virüsü (WNV), kuş gribi virüsü, SARS koronavirüsü, arenavirüsler ve hantavirüsler bulunur (Cleaveland ve ark. 2001).

Tek sağlık konseptinin kullanım konuları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

1. Biyomedikal araştırmalar
2. Biyoterörizm
3. Besin güvenliği ve koruma
4. Global besin ve su üretim sistemleri
5. Enfeksiyöz hastalıklar
6. Mikrobiyoloji eğitimi
7. Antimikrobiyal dirençlilik
8. İklim değişikliğinin etkileri
9. Halk Sağlığı
 - a. Ulusal
 - b. Uluslararası
10. Çevre sağlığı ve çevrenin korunması
11. Bulaşıcı hastalıkların ekolojisi
12. Veteriner ve profesyonel çevre sağlığı ve organizasyonları
13. Yaban hayatın korunması ve desteklenmesi
14. Karşılaştırmalı tıp

15. Koruyucu hekimlik (Buregyeya et al., 2020; Serpen, 2021)

Tek Sağlık konseptinde, insan, hayvan ve çevre üçlüsünde insan ve hayvan sağlığında başarılı işbirlikleri gözükürken, çevre alanındaki işbirliklerinde eksiklikler bulunmaktadır. Bunun nedeni olarak ekosistemlerin sağlık durumunu tanımlama yeteneği olduğu bildirilmektedir. Ekoloji araştırmalarda, sürdürülebilir kalkınma, türlerin korunması ve insan, hayvan ve bitki sağlığı konusunda karar vermede rehberlik gibi konularda ilgili bilgilere ve araştırmaara ihtiyaç duyulmaktadır (Giraudoux, 2014).

Tek Sağlık konsepti tasarlandığında, tıp hekimliği ile veteriner hekimliği arasındaki ilk işbirliği, zoonotik hastalıklara yönelik kaçınılmaz bir araştırma yanlılığı ile sonuçlandı. Günümüzde küresel hastalıkların önde gelen sağlık sorunları olan bulaşıcı olmayan hastalıklarla ilgili önemli soruyu geçici olarak görmezden gelindi. Günümüzde, Tek Sağlık kavramı, antimikrobiyal direnç, ekotoksikoloji veya kentsel ortamlarda sağlık gibi diğer alanlara da çalışmalara yoğunlaştırılması gerekti bildirilmektedir (Destoumieux-Garzón et al., 2018).

Tek Sağlık yaklaşımı nasıl çalışır?

Tek Sağlık, zoonotik hastalıklar da dahil olmak üzere insan-hayvan-çevre kesişim alanlarında sağlık sorunlarıyla mücadelede etkili bir yol olduğu tanınmaktadır. Halk sağlığı tehditlerini izlemek, kontrol etmek ve hastalıkların insanlar, hayvanlar, bitkiler ve çevre arasında nasıl yayıldığını öğrenmek için insan, hayvan, çevre sağlığı ve diğer ilgili disiplinler ve sektörlerdeki uzmanları dahil ederek Tek Sağlık yaklaşımını kullanır (CDC, 2020).

Başarılı halk sağlığı müdahaleleri, insan, hayvan ve çevre sağlığı ortaklarının işbirliğini gerektirir (Tablo 1).

Tablo 1. *Tek sağlık konseptinde görev alacak meslek dalları*

İnsan sağlığı

Tıp hekimleri
Hemşireler,
Halk sağlığı pratisyenleri,
Epidemiyologlar

Hayvan sağlığı

Veteriner hekimler,
Yardımcı profesyoneller,
Zootečni
Tarım işçileri

Çevre

Ekolojistler,

Vahşi yaşam uzmanları

İnsan sağlığı (doktorlar, hemşireler, halk sağlığı pratisyenleri, epidemiyologlar), hayvan sağlığı (veterinerler, yardımcı profesyoneller, tarım işçileri), çevre (ekolojistler, vahşi yaşam uzmanları) ve diğer uzmanlık alanlarındaki profesyonellerin iletişim kurması, faaliyetler üzerinde işbirliği yapması ve koordine etmesi gerekir. Tek Sağlık yaklaşımındaki diğer ilgili oyuncular, kanun uygulayıcıları, politika yapımcıları, tarımı, toplulukları ve hatta evcil hayvan sahiplerini içerebilir. Hiç kimse, kuruluş veya sektör, hayvan-insan-çevre ortak alanlarındaki sorunları tek başına ele alamaz (CDC, 2020).

Tek Sağlık yaklaşımı, tüm sektörlerde işbirliğini teşvik ederek ortak bir ortamda insanlar, hayvanlar ve bitkiler için en iyi sağlık sonuçlarını elde edebilir.

Hayvanlar ayrıca bazı hastalıklara ve çevresel tehlikelere karşı duyarlılığımızı paylaşırlar. Bu nedenle, bazen potansiyel insan hastalığının erken uyarı işaretleri olarak hizmet edebilirler. Örneğin, kuşlar genellikle aynı bölgedeki insanlar Batı Nil virüsü enfeksiyonuna yakalanmadan önce Batı Nil virüsünden ölürler.

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde tek sağlık konsepti

2008 yılında, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (OIE) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), tek sağlık yaklaşımını etkili bir şekilde yönetmek ve koordine etmek için, çok sektörlü bir bakış açısı sağlamak için üçlü bir işbirliği yaptı. Bu işbirliğinin başarısı için, bölgesel ve uluslararası düzeylerde mevcut hayvan ve halk sağlığı sürveyans sistemlerinin oluşturulması, acil müdahale, önleme ve hazırlık sistemlerinin güçlendirilmesini içermektedir (Organization, 2019). Sürdürülebilir kalkınma için Küresel Hedefler sağlık maddesinde ise küresel sağlık riskleri için erken uyarı sistemleri geliştirme (hedef 3 d) hedefi geliştirmekte olan ülkeler başta olmak üzere tüm ülkelerin ulusal ve küresel sağlık risklerinin erken uyarı, risk azaltma ve yönetme kapasitesini güçlendirilmesini gerektiğini bildirmektedir (Sachs, 2012). Bu hedefler ulaşılması için tek sağlık yaklaşımında çalışmalar başlatılmaktadır.

Sonuç

Tek sağlık anlayışı, günümüzde küresel olan sağlık sorunlarına karşı multidisipliner çalışmaları kapsamaktadır. Tek sağlık konsept çalışmaları sayesinde bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkışını ve yeniden ortaya çıkışını anlamada, bulaşıcı olmayan hastalıkların günümüzde yaygın olarak gö-

rülmesinin anlaşılmasında ve yenilikçi erken tanı ve kontrol stratejileri oluşturmada ekolojik, evrimsel ve çevre bilimlerini dikkate almanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, disiplinler arası yaklaşımların hala sınırlıdır. İnsan ve hayvan tıbbından ayıran disiplinlerarası engelleri kaldırmak, “Tek Sağlık” kavramının uygulanmasına yönelik büyük bir zorluktur.

Tek sağlık konseptinde son yıllardaki çalışmalar bakıldığında zoonotik hastalıklar, gıda güvenliği ve antibiyotik direnci ile ilgili tek sağlık çalışmaları görülmektedir. Bu üç konuda çok çalışma bulunmaktadır. Bu da tek sağlık konseptinin sadece bu konularda popüler olduğu gözlenmektedir. Tek sağlık konseptinin geniş yelpazesinde uygulanma alanlarının yetersiz dikkate alınmaktadır. Özellikle, yaban hayatı bileşeni ve ilgili sayısız ekolojik konu (topluluk ekolojisi ve evrimsel ekofizyoloji) ve bazı çevre bilimi bileşenleri (toprak ve iklim) hala ihmal edilmektedir (Barrett & Bouley, 2015; Lapinski, Funk, & Moccia, 2015). Hükümetler, araştırmacılar, fon sağlayan kuruluşlar ve paydaşlar için “Tek Sağlık” yaklaşımının katma değeri hakkında kanıt sağlamaya ihtiyaç vardır (Destoumieux-Garzón et al., 2018; Rüegg et al., 2017).

Kaynakça

- Association, A. V. M. (2008). One health: A new professional imperative. One Health Initiative Task Force: Final Report, 15.
- Barrett, M. A., & Bouley, T. A. (2015). Need for enhanced environmental representation in the implementation of One Health. *Ecohealth*, 12(2), 212-219.
- Buregyeya, E., Atusingwize, E., Nsamba, P., Musoke, D., Naigaga, I., Kabasa, J. D., . . . Bazeyo, W. (2020). Operationalizing the one health approach in Uganda: Challenges and opportunities. *Journal of Epidemiology and Global Health*, 10(4), 250.
- Cardiff, R. D., Ward, J. M., & Barthold, S. W. (2008). ‘One medicine—one pathology’: are veterinary and human pathology prepared? *Laboratory investigation*, 88(1), 18-26.
- CDC. (2020). Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Vector-Borne Diseases (DVBDD). In.
- Cevizci, S., & Erginöz, E. (2009). Kamu Sağlığına Yönelik Veteriner Halk Sağlığı Hizmetleri ve Bu Alandaki Fırsatların Değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 23(1), 65-71.
- Destoumieux-Garzón, D., Mavingui, P., Boetsch, G., Boissier, J., Darriet, F., Duboz, P., . . . Morand, S. (2018). The one health concept: 10 years old and a long road ahead. *Frontiers in veterinary science*, 5, 14.
- Giraudoux, P. (2014). Équilibre écologique et santé des écosystèmes: entre mythe biologique et consensus social. *Nature ou Culture, Les colloques de l’Institut Universitaire de France*, 129-142.
- Health, U. D. o., & Services, H. (2013). Antibiotic resistance threats in the United States, 2013. Centers for Disease Control and Prevention, 1-113.
- Horby, P. W., Hoa, N. T., Pfeiffer, D. U., & Wertheim, H. F. (2014). Drivers of emerging zoonotic infectious diseases. In *Confronting Emerging Zoonoses* (pp. 13-26): Springer.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990-993.
- Kahn, L. H. (2006). Confronting zoonoses, linking human and veterinary medicine. *Emerging Infectious Diseases*, 12(4), 556.
- Kahn, L. H. (2011). The need for one health degree programs. *Infection ecology & epidemiology*, 1(1), 7919.
- Kahn, L. H., Kaplan, B., & Steele, J. H. (2007). Confronting zoonoses through closer collaboration between medicine and veterinary medicine (as ‘one medicine’). *Veterinaria Italiana*, 43(1), 5-19.

- Kahn, L. H. M., Thomas P.; Bokma, Bob H.; Gibbs, E. Paul; Aguirre, A. Alonso. (2016). One Health, One Medicine. In R. S. O. A. Alonso Aguirre, Peter Daszak (Ed.), *New Directions in Conservation Medicine: Applied Cases in Ecological Health*. New York: Oxford University Press.
- Lapinski, M. K., Funk, J. A., & Moccia, L. T. (2015). Recommendations for the role of social science research in One Health. *Social Science & Medicine*, 129, 51-60.
- Munch, R. (2003). Review: on the shoulders of giants. *Microbes and Infection*, 5(1), 69-74.
- O'Neill, J. (2016). *Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations*.
- Organization, W. H. (2019). *Taking a multisectoral one health approach: a tripartite guide to addressing zoonotic diseases in countries*: Food & Agriculture Org.
- Prevention, C. f. D. C. a. (2021). One Health. Retrieved from <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>
- Rabinowitz, P. M., Kock, R., Kachani, M., Kunkel, R., Thomas, J., Gilbert, J., . . . Karesh, W. (2013). Toward proof of concept of a one health approach to disease prediction and control. *Emerging Infectious Diseases*, 19(12).
- Robinson, T. P., Bu, D., Carrique-Mas, J., Fèvre, E. M., Gilbert, M., Grace, D., . . . Kariuki, S. (2016). Antibiotic resistance is the quintessential One Health issue. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 110(7), 377-380.
- Rüegg, S. R., McMahon, B. J., Häslar, B., Esposito, R., Nielsen, L. R., Ifejika Speranza, C., . . . Zinsstag, J. (2017). A blueprint to evaluate One Health. *Frontiers in public health*, 5, 20.
- Sachs, J. D. (2012). From millennium development goals to sustainable development goals. *The lancet*, 379(9832), 2206-2211.
- Serpen, A. (2021). Tek Sağlık. *Türk Tabibler Birliği*, 683-700.
- Woods, A., Bresalier, M., Cassidy, A., & Mason Dentinger, R. (2017). *Animals and the shaping of modern medicine: one health and its histories*: Springer Nature.
- Yılmaz, O., Oymak, S., & Serpen, A. (2018). Zoonozlarla Mücadelede Veteriner Halk Sağlığı ve Tek Sağlık. *TVHB İzmir Veteriner Hekimler Odası, Veteriner Halk Sağlığı Çalışma Grubu Yayını*, 1-64.

Bölüm 10

KOMPOZİT REZİNLERİN POLİMERİZASYONUNDA KULLANILAN IŞIK KAYNAKLARI

Sevde Gül BATMAZ¹

¹ Sevde Gül BATMAZ, Öğretim Görevlisi, Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0003-0364-8593

Geçen yüzyılın ortalarına doğru rezin esaslı dental materyallerin tanıtılması, restoratif diş hekimliğinde bir devrimdi. Dental kompozitler, diş benzeri bir görünüme sahip oldukları, ağız ortamında stabil oldukları, nispeten kolay tutuldukları ve kendi kendine polimerize oldukları veya ışıqla polimerize oldukları için estetik açıdan memnuniyet vericiydi (Jandt & Mills, 2013).

Günümüzde hastaların artan estetik beklentileri nedeniyle ışıqla polimerize olabilen dental materyaller yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliği pratiğinde sıklıkla kullanılan kompozit rezinlerin, adezivlerin, fissür örtücülerin ve rezin içerikli simanların polimerizasyonu çeşitli görünür ışıqla cihazlarıyla sağlanmaktadır (Türkoğlu & Bulut, 2019). Ticari dental kompozitlerin neredeyse tamamında, mavi görünür ışıqla başlatılan fotopolimerizasyon reaksiyonlarını kullanılır (Jandt & Mills, 2013).

Literatürde kompozit rezinlerin mavi ışıqla ile polimerize edilmesine ilk kez 1970 yılında rastlanmıştır. Dental ışıqla kaynakları, fotobaşlatıcı adı verilen moleküllerin aktivasyonu yoluyla fotopolimerize olabilen rezin esaslı kompozitleri polimerize için kullanılır. Polimerizasyon, kompozit rezinlerin yüzey sertliğini, aşınma direncini, su absorpsiyonunu, polimerizasyon sonrası oluşabilecek artık monomer miktarını ve biyouyumluluk gibi birçok özelliğini etkilemektedir. Bu yüzden kompozit rezinlerin doğru bir şekilde polimerize edilmesi, restorasyonların klinik başarısında önemli bir yer tutmaktadır (Çelik & Yonca, 2008). Polimerizasyon ve ışıqla kaynakla ilgili bazı kavramların bilinmesi konunun anlaşılabilirliği arttıracaktır.

Işıqla şiddeti: Işığın uygulandığı birim alana düşen ışıqla gücüdür. Birimi mW/cm^2 'dir. Kompozit rezinlerin polimerizasyonu için gereken ışıqla yoğunluğu minimum 400 mW/cm^2 olarak önerilmiştir (AUJ, Soh, & Siow, 2002; FA Rueggeberg, Caughman, & Curtis, 1994).

Işıqla Gücü: Işıqla kaynağının birim zamanda yaydığı toplam enerji miktarına ışığın gücü denir ve mW (miliwatt) cinsinden ifade edilir (Akgün, 2003).

Dalga Boyu: Elektromanyetik dalgaların saniyede yaptığı salınım sayısına yani kendilerini tekrarlama sıklığına frekans denir. Bir ışığın bir salınımda aldığı yola da dalga boyu adı verilir (Akgün, 2003).

Toplam Enerji Yoğunluğu: Polimerizasyon süresince kompozit rezine uygulanan toplam enerji miktarıdır. Işıqla şiddetinin (mW/cm^2), uygulama süresi (sn) ile çarpılması ile hesaplanır. Birimi mJ/cm^2 ya da J/cm^2 'dir (Asmussen & Peutzfeldt, 2005; Frederick Rueggeberg, 1999).

Elektromanyetik Spektrum: Çeşitli enerji tipleri dalga boylarına göre en uzundan en kısaya doğru elektromanyetik spektrum diye adlandırılır (Akgün, 2003).

1. POLİMERİZASYON

Polimerizasyon; monomer adı verilen çok sayıda molekülün kimyasal reaksiyonlarla bir araya gelerek makromolekül oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Kısaca monomerlerden polimer oluşmasına **polimerizasyon** denilmektedir. Bir rezini polimerize etmek için ışık enerjisi kullanıldığında, fotonlar fotobaşlatıcı moleküllere (örn., kamforokinon) çarpar ve bunlar daha sonra aktive edilir ve “üçlü”(triplet) veya uyarılmış duruma geçerler. Bu uyarılmış durumda fotobaşlatıcı, bir amin ile çarpışır, bir serbest radikal oluşur. Bu serbest radikal daha sonra bir monomer molekülünün karbon-karbon çift bağı ile etkileşebilir ve polimerizasyonu başlatabilir (R. Price, Ehrnford, Andreou, & Felix, 2003).

Rezin materyallerde meydana gelen polimerizasyon, önceleri kimyasal iki farklı patin karıştırılmasıyla meydana gelirken, daha sonra UV ışık polimerizasyon da kullanılmaya başlanmıştır. UV ışığın hasta ve hekime zararlı etkileri olabileceğinden daha sonra görünür ışık kullanılmaya başlanmıştır (Gürpınar, 2012).

Polimerizasyonu etkileyen faktörler 3 ana başlık altında toplanabilir (Gürpınar, 2012):

A. Işık kaynağı ile ilgili faktörler

- Işık kaynağı lambasının arızalanması
- Işık yansıtıcı arızası
- Optik filtre arızası
- Fiber optik bağlantının kopması
- Kristal ucun kırılması
- Kristalin kirlenmesi
- Voltajın düşük olması
- Sterilizasyonda yaşanan eksiklikler

B. Uygulama ile ilgili faktörler

- Uygulanan ışık yönü
- Restorasyona erişim
- Işıklanacak alan ve ışık cihazı arası mesafe
- Kristal ucun çapı
- Kristal ucun hareket etmesi
- Işığın uygulanma süresi

C. Restorasyona ait faktörler

- Restorasyon boyutu
- Kavitenin şekli
- Doldurucu miktarı ve boyutu
- Restorasyon rengi
- Monomer miktarı

Polimerizasyon süreci; aktivasyon, başlama, ilerleme ve bitiş olmak üzere 4 safhadan oluşmaktadır (Gürpınar, 2012).

a. Aktivasyon Safhası

Polimerizasyon reaksiyonunun başlaması için serbest radikallerin oluşması gerekmektedir. Serbest radikaller tek elektrona sahip doymamış reaktif moleküller olup, zayıf bağlı başlatıcıların farklı aktivatörler (ısı, kimyasal bileşikler, ışık) aracılığıyla parçalanmasıyla meydana gelir.

Işıkla polimerize olan rezin materyallerde aktivatör olarak ultraviyole ya da görünür ışık kullanılmaktadır. Dental rezin materyallerde ışık emici bileşik olarak genellikle kamforokinon (CQ) kullanılmaktadır. Bu bileşik oda sıcaklığında sarı ve katı bir maddedir. Işık spektrumunun mavi bölgesinde 450 nm–500 nm arasında dalga boyunda mavi ışığa duyarlıdır (Gürpınar, 2012). Kamforokinon uygun dalga boyu ve ışık şiddetine sahip elektromanyetik enerji altında, fonksiyonel grupları fotonları absorbe ederek molekülü aktifleştirir. Ayrıca kamforokinondan türetilen α -diketon grubundaki tepe absorpsiyon, görünür ışık aralığındadır ve normal aydınlatma ışıklarından gelen ışığın polimerizasyon reaksiyonunu başlatmasına neden olur (ÖZ, 2014). Bu da kamforokinon bir dezavantajdır. Aktive olan molekül amin bileşiğiyle birleştiğinde elektron transferi meydana gelerek dış yüzeyde tek elektronlu serbest radikal oluşturur. Oluşan serbest radikal kovalent bağ oluşturma eğilimindedir (Bektaş, Siso, & Eren, 2006).

Işığın enerjisi arttıkça foton sayısı artar bu durumla aminle reaksiyona giren kamforokinon oranını ve buna bağlı olarak serbest radikal oluşumunu artırır. Bu sebeple polimerizasyon oranını arttırmak amacıyla yüksek ışık şiddetine sahip ışık cihazları kullanılır (Gürpınar, 2012).

b. Başlama Safhası

Aktivasyon aşamasında oluşan serbest radikalın monomer ile reaksiyona girmesi ile polimerizasyon reaksiyonu başlar. Serbest radikaller çift bağlı monomerlerle reaksiyona girerek yeniden reaktif gruplar oluştururlar (Bektaş et al., 2006).

c. İlerleme Safhası

Meydana gelen reaktif gruplar başka monomerlerle etkileşime girerek yeni reaktif gruplar oluşturmaya devam ederler. Bu şekilde moleküller birbirlerine bağlanmaya devam ederek zincirin büyümesine katkı sağlarlar (Bektaş et al., 2006).

d. Bitiş Safhası

İlerleme reaksiyonunun bütün monomer molekülleri bitene kadar sürmesi beklense de pratikte meydana gelen polimer zincirinin bitmesine sebep olan diğer reaksiyonlar, ilave reaksiyonun oluşmasını engelleyebilir. Bu reaksiyonlarda ölü polimer zincirleri oluşur ve bu zincirler ilave reaksiyona girmezler.

Kompozit rezinlerin iyi bir restorasyon için gerekli fiziksel ve biyolojik özellikleri gösterebilmesi için etkili bir şekilde polimerize olması oldukça önemlidir (Çelik & Yonca, 2008). Yetersiz polimerizasyon mikro sızıntı, renklenme, yüzey sertliğinin azalması, restorasyon yüzeyinde meydana gelen aşınmaların artması, kırılmalara karşı direncin azalması, su emiliminin artması, restorasyonun kavite duvarlarına adezyonunun azalması, artık monomer oluşumu, pulpal reaksiyonlar ve restorasyon kaybına neden olabilir (ERSOY, Emre, & GÖKÇE, 2007).

Polimerizasyonun başlamasını sağlayan ışık kaynakları kompozit rezinin yapısında yer alan polimerizasyonu başlatan maddelere uygun aralıkta dalga boyu ışık vermelidir (Dayangaç, 2000). Uygun dalga boyunda ışık verilmediği zaman kompozit rezinde yeterli polimerizasyon meydana gelmez. Dalga boyu dışında polimerizasyon reaksiyonu birçok faktörden etkilenmektedir. Kullanılan restoratif materyalin tipi, rengi, tabaka kalınlığı, ışık kaynağının tipi, ışığın yoğunluğu ve uygulama süresi, ışık ucunun çapı, restorasyonla ışık kaynağının ucu arasındaki uzaklık ve uygulama açısı gibi faktörler polimerizasyon reaksiyonunu etkilemektedir (Ikemura & Endo, 1999; Ritter, 2017).

2. POLİMERİZASYON TEKNİKLERİ

2.1. Standart Polimerizasyon

Bu teknikte polimerizasyon süresince ışık yoğunluğu sabit kalmaktadır. Işık kaynağının cinsine göre ışık yoğunluğu ve uygulama süresi değişiklik gösterebilmektedir (Çelik & Yonca, 2008).

2.2. Soft-start Polimerizasyon

Bu teknikte, ışık gücü ve uygulama süresi ayarlanabilen ışık kaynağı kullanılmaktadır. Başlangıç aşamasında düşük ışık gücü verilerek polimerizasyon başlatılır ve bir süre sonra ışık gücü maksimuma çıkartılarak polimerizasyon tamamlanır. Polimerizasyon streslerinin

azaltılması için alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu teknik farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Bunlar:

2.2.1. Kademeli Güç Artışı Gösteren Işık Uygulama Tekniği

Bu teknikte, kompozit rezine başlangıç aşamasında düşük ışık gücü verilerek ilk polimerizasyon sağlanır, daha sonra yüksek ışık gücü verilerek polimerizasyon tamamlanır. Başlangıçta düşük ışık gücü vererek polimerizasyon streslerini azaltmak amaçlanmaktadır. Step-curing tekniğinde aynı zamanda polimerizasyon büzülmesinde de azalma meydana gelmektedir.

2.2.2. Düzenli Artan Güçte Işık Uygulama Tekniği

Bu teknikte, başlangıçta ışık gücü düşüktür, daha sonra uygulama süresince ışık gücü artarak en yüksek seviyeye ulaşır. Böylece rezin materyalde daha yavaş polimerizasyon meydana geleceği için polimerizasyon streslerinin azalması sağlanır.

2.2.3. Ara Verilmiş Kademeli Işık Tekniği

Bu teknikte, ışık, restoratif materyale düşük güçte ve kısa bir süre ile uygulanır. Bunu kısa bir duraklama takip eder ve ardından daha yüksek güçte ve daha uzun süre ışık uygulanır. Bu uygulama en iyi şekilde, kesintiye uğramış kademeli artış olarak adlandırılabilir. Polimerizasyon büzülmesi ilk uygulama esnasında meydana gelmektedir.

2.2.4. Yüksek Enerjili Işık Tekniği

Bu teknikte, 10 sn gibi kısa bir sürede normalde uygulanan ışık gücünün 3-4 kat fazlası uygulanır ($1000-2800 \text{ mW/cm}^2$) ancak bazı dezavantajlara sahiptir. Çok yüksek bir enerjinin çok kısa bir sürede uygulanması restorasyonda daha zayıf, kısa ve kırılğan rezin polimerlerin oluşmasına sebep olabilmektedir.

Kompozit rezinlerin polimerizasyonunda kullanılan farklı tipte ışık kaynakları mevcuttur. Bunlar;

- UV ışık kaynağı
- Quartz tungsten halojen (QTH)
- Lazer ışık kaynakları
- Plazma ark (PAC)
- Light emitting diode (LED) ışık kaynağı

3. IŞIK KAYNAKLARI

3.1. Ultraviyole ışık kaynakları

Işıkla polimerize olan rezinlerin polimerizasyonunda foto başlatıcıyı

etkinleştirmek ve böylece serbest radikaller oluşturmak için yaklaşık 365 nm dalga boyunda UV radyasyonu kullanılmıştır (F. A. Rueggeberg, 2011). Polimerizasyon reaksiyonu klinisyenin doğrudan kontrolü altında olmasına rağmen, 400 nm'den daha kısa dalga boyları "iyonlaştırıcıdır" ve katarakt oluşumuna veya oral biyoflorada seçici değişikliklere neden olabilir (Birdsell, Bannon, & Webb, 1977; F. A. Rueggeberg, 2011). Ek olarak, kısa UV dalga boyları kompozit rezine derinlemesine nüfuz edemez ve rezin tabakalarının kalınlığı 1 mm ile sınırlı kalır (Cook, 1980; F. A. Rueggeberg, 2011). Bu durum hasta başında geçen sürenin artmasına neden olmuştur. Materyalin yüzeyinde yüksek oranda polimerizasyon sağlamaları ve materyalde meydana gelen renklenmeleri önlemeleri, bu cihazların avantajları olarak söylenebilir (KÜÇÜKEŞMEN). Günümüzde UV ışık kaynakları kullanılmamaktadır.

3.2. Quartz-tungsten-halojen ışık kaynakları (QTH)

Quartz-tungsten-halojen ışık kaynakları (QTH) bir zamanlar ışıkla polimerize olan rezinlerin polimerizasyonunda en yaygın kullanılan ışık kaynaklarıydı. Bu ışık kaynakları, ısıyı en aza indirmek ve öncelikle spektrumun mavi bölgesinde ışık çıkışını sağlamak için filtrelenmesi gereken hem UV hem de beyaz ışık üretir (Cadenaro et al., 2019).

Işık kaynağı olarak halojen ampul kullanılmaktadır. QTH ampülü, klor bazlı bir halojen gazı ve bir tungsten filament içerir (Richard BT Price, 2017). Filamentten bir elektrik akımı geçtiğinde, tungsten tel akkor hale gelir ve atomlar yüzeyinden buharlaşır. Bu işlem, çoğu kızılötesi bölgede ısı olarak yayılan geniş bir radyan enerji spektrumu yayar. Akım kapatıldığında, filaman soğur ve halojen gazı buharlaşmış tungsten atomlarını filamanın yüzeyine yeniden bırakır. Bu sürece "halojen döngüsü" denir. QTH ampülünden gelen ışık, önce filamanın arkasında bulunan gümüşleştirilmiş bir parabolik reflektöre yönlendirilir. Bu reflektör, kızılötesi ışığın bir kısmının geçmesine izin verir, böylece ileriye yansıtılmaz. Işık demeti ise fiber optik tüp vasıtasıyla dış yüzeyine yansıtılır. Işık açıkken reflektör yüzeyi çok ısınır ve solventlerden, temizlik maddelerinden veya havadaki nemden gelen buharlar reflektör yüzeyinde birikebilir, böylece soğuduğunda yüzeyini matlaştırır veya bulanıklaştırır. Halojen ışık kaynakları, 380-520 nm dalga boyları arasında geniş bir spektruma sahiptir. 420-450 nm dalga boyundaki görünür mavi ışık spektrumunda oluşan maksimum absorpsiyon ile fotoiniator maddeleri aktif hale getirerek meydana gelen serbest radikallerle polimerizasyonu başlatırlar.

Halojen ampul tarafından üretilen toplam enerjinin çoğu, cihaza dahil edilmiş küçük bir fan kullanılarak ısıya dönüştürülerek dağıtılır ve oluşan dalga boyunun %0,5'inden fazlası polimerizasyon için yararlıdır. QTH

ampulüne gelen elektrik enerjisinin %70 kadarının ısıya dönüştürüldüğü, yalnızca %10'unun görünür ışık ürettiği ve enerji girdisinin yalnızca %0,5 ile %2'sinin mavi ışık olarak yayıldığı tahmin edilmektedir (Shortall, Price, MacKenzie, & Burke, 2016; Yaman et al., 2011).

QTH ışık kaynakları geniş bir emisyon spektrumu sunsa da, 2 mm tabaka kalınlığında kompozit rezin tabakasının yeterli polimerizasyonunu sağlamak için 30-60 saniye arasında bir uygulama süresi gerekmektedir. Diğer ışık kaynaklarıyla kıyaslandığında daha ucuz, daha basit teknolojiye sahip olmasına rağmen, kullanım ömrünün kısa olması (50-100 saat), lambanın kullanıma bağlı olarak zaman içerisinde etkinliğinin azalması, polimerizasyon sırasında ısı oluşturmaması gibi dezavantajlara sahiptir (Dayangaç, 2000). Halojen ışık kaynakları belirli bir süre çalıştıktan lambanın soğutulması gerekmektedir. Soğutma yapılmazsa ışık kaynağının içerisine hava girer ve havada bulunan oksijen lambanın ömrünü kısaltır. Bu sebeple soğutmayı sağlamak için halojen ışık kaynaklarından fan bulunmaktadır. Işık kaynağında bulunan fan sistem için ayrı bir enerji kaybına sebep olur ayrıca havalandırma delikleri kontaminasyona sebep olabileceğinden dezenfeksiyon prosedürünü zorlaştırır. Halojen ışık kaynaklarının uç kısımları polimerize edilecek materyalle etkileşime girdiğinde kontamine olabilir bu sebeple ışık kaynağının uç kısmı sürekli kontrol edilmelidir (Gürpınar, 2012).

3.3. Lazer ışık kaynakları

Uzun yıllardır tıp alanında kullanılan lazer ışık kaynakları (Light amplification by stimulated emission of radiation) diş hekimliğinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Lazerler, birim içindeki belirli atomlara elektrik enerjisi vererek çalışır. Elektronlar “uyarılır” ve düşük enerjili bir yörüngeden atom çekirdeğinin etrafındaki daha yüksek enerjili bir yörüngeye geçerler. Elektronlar normal veya temel durumlarına döndüklerinde hepsi aynı dalga boyunda olan fotonlar yayarlar. Bir lazerden gelen ışığın spesifik dalga boyu, uyarılmış elektron alt yörüngeye geri düştüğünde salınan enerji miktarı ile belirlenir.

Diş hekimliğinde rezin polimerizasyonu, kavite preparasyonu, dentin hassasiyetinin tedavisi, çürük lezyonlarının oluşumunun önlenmesi, çürüğün teşhisi, uzaklaştırılması ve tedavisi, pulpadaki kan akışının tespiti, pulpa kaplaması ve amputasyonu gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır (Arısu, 2009; Dayangaç, 2000). Işık spektrumu oldukça dar olan (400-500 nm) lazer ışık kaynaklarında polimerizasyon süresi, görünür ışık kaynaklarına kıyasla daha kısadır. Lazerle ışık kaynakları, ekonomik nedenler, taşınabilir olmamaları, dar bir emisyon spektrumuna sahip olmaları ve pille çalıştırılmamaları nedeniyle yaygın kullanım alanı bulamamışlardır (Dayangaç, 2000).

3.4. Plazma ark ışık kaynakları

Kompozit rezinlerin polimerizasyon sürecinde daha etkili bir polimerizasyon sağlamak ve çalışma süresini kısaltmak amacıyla üretilmişlerdir (Çelik & Yonca, 2008; Dayangaç, 2000). Plazma ark ışık kaynaklarında xenon lambalar kullanılmaktadır. Plazma, yüksek ısıda pozitif iyonlardan ve elektronlardan oluşan iyonize gaz anlamına gelmektedir. Plazma ark ışık kaynağında üretilen ışık, iyonize molekül ve elektronların gaz karışımıyla oluşan plazmadan yayılmakta ve kamferokinonun aktivasyonu için, 440-500 nm aralığında dalga boylarında filtre edilmektedir.

Halojen ışık kaynaklarıyla kıyaslandıklarında daha uzun ömre sahip olmalarına rağmen yüksek ısı oluşturmaktadırlar. Plazma ark ışık kaynağında akım elektrotlardan geçerken ısı oluşur ve bu ısı restore edilen dişte intrapulpal ısı artışına neden olur (Gürpınar, 2012; Katahira, Foxton, Inai, Otsuki, & Tagami, 2004). Diğer ışık kaynaklarına göre klinikte daha çok yer kaplar ve daha maliyetlidir. Yüksek ışık yoğunluğu (2000mW/cm^2) sebebiyle diğer ışık kaynaklarına kıyasla daha kısa sürede (3-8 saniye) polimerizasyon meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalar, polimerizasyonun hızlı ve kısa sürede gerçekleşmesinin, kompozit rezinlerde polimerizasyon büzülmesinin artmasına neden olduğunu göstermektedir (Dayangaç, 2000).

3.5. Light-emitting-diode ışık kaynakları

Light emitted devices (LED) ışık kaynakları, QTH lambaların sahip olduğu dezavantajları ortadan kaldırmak amacıyla tanıtılan, uzun hizmet ömrü, düşük ağırlık ve küçük boyutlara sahip olması, herhangi bir filtrenin olmaması ve pil gücü kullanımı nedeniyle hızla popüler hale gelen ışık kaynaklarıdır. Bu kaynaklar, elektrik kablo ihtiyacını ortadan kaldırır (Cadenaro et al., 2019).

LED ışık kaynakları, ışığın oluşturulmasında, katı fazda yarı iletkenlerin bağlantılarını kullanmaktadırlar (Çekiç & Ergün, 2007; Çelik & Yonca, 2008; Dayangaç, 2000).

Yarı iletken malzeme, 2 yarı iletken malzeme arasında bir pozitif-negatif bağlantı oluşturmak için bir galyum nitrür ve indiyum nitrür karışımından yapılmıştır (Richard BT Price, 2017). Dalga boyu 468-470 nm, ışık yoğunluğu 1200 mW/cm^2 olan LED ışık kaynakları, halojen ışık kaynaklarına kıyasla daha dar bir ışık spektrumuna sahiptir. LED ışık kaynakları, polimerizasyon başlatıcı olarak kamforakinon içeren kompozitlerin polimerizasyonunda oldukça etkili iken, trimethyl benzoyl phosphine oxide (TPO) içeren kompozitlerde ise etkisiz olduğu görülmüştür.

Polimerizasyon için gereken süre halojen ışık kaynaklarına kıyasla daha kısa iken, plazma ark ışık kaynaklarına göre uzundur. Polimerizasyon esnasında ısı oluşmadığı için fan soğutması gerekmez ve bu sebeple sessiz çalışırlar. Halojen ışık kaynaklarına kıyasla uzun klinik ömürleri vardır (10.000 saat). Kablosuz kullanılabilmesi, ergonomik olması, hafif olması, şarj edilebilir olması hekime kullanım kolaylığı sağlar. Işık gücü zamanla azalmadığı için uzun süre aynı yoğunlukta ışık verirler (Dayangaç, 2000). Çağdaş LED ışık kaynakları rezin esaslı kompozit materyallerin polimerizasyon süresini azaltmada başarılı oldu, bu da dental tedavi sırasında hasta başında geçen süresinin azalmasına ve hasta konforunun artmasına neden oldu.

İlk ticari LED ışık cihazı 2000 yılında piyasaya sürüldü: LuxOMax LED LCU, 7 ayrı LED kullanan, kalem benzeri, kablosuz, pille çalışan büyük bir tasarımıdır (Topcu et al., 2010). Işık kaynakları tasarımlarındaki başarılı iyileştirmelere dayanarak “nesiller” olarak sınıflandırılabilir.

3.5.1. Birinci nesil LED ışık kaynakları

Birinci nesil LED ışık kaynakları göreceli olarak düşük ışık gücüne sahiptir ve genel olarak QTH ışık kaynaklarına benzer bir polimerizasyon performansı sağlamak için çok daha uzun uygulama süreleri gerektirir ve uygulanan yüzeyde daha az sıcaklık üretirler.

LED'ler, tipik QTH ampulüne göre yaklaşık 2,5 kat daha yüksek bir ışık etkinliği sağlamaktadır. Birinci nesil LED ışık kaynakları ortalama 150–400 mW/cm²'lik bir ışınım (irradiance) ve 1 W'lık bir güç çıkışı gösterir. Birinci nesil LED ışık kaynaklarının oluşturduğu mavi ışığın dalga boyu, CQ'nun maksimum absorpsiyon aralığındaydı. Bu durum cihazı, dental rezinlerin fotopolimerizasyonu için gerekli serbest radikalleri üretmede oldukça verimli hale getirdi.

3.5.2. İkinci nesil LED ışık kaynakları

Birinci nesil LED ışık kaynaklarının dezavantajlarını ortadan kaldırmak için ikinci nesil LED ışık cihazları üretilmiştir. İkinci nesil LED ışık kaynaklarıyla, QTH ışık kaynaklarına benzer polimerizasyon performansları elde edebilir, birinci nesile göre daha iyi performans gösterir. İkinci nesil LED ışık kaynakları 800 mW/cm²'ye kadar bir ışınım ve 5 W'lık bir güç çıkışı gösterir.

İkinci nesil LED ışık kaynakları birden fazla ayrı LED kullanan cihazlardan, genellikle diş tedavi uygulamaları için özel olarak tasarlanmış daha güçlü tek LED içeren cihazlara geçiş olarak kabul edilir (Jandt & Mills, 2013).

Birinci ve ikinci nesil ticari LED ışık kaynaklarının her ikisi de, dental

kompozit rezinlerin çoğunda tek foto başlatıcı olan kamferokinonun (CQ) absorpsiyon spektrumunda zirve yapacak şekilde tasarlanmış mavi LED'lerden oluşmaktaydı. Diğer foto başlatıcıların dahil edilmesi, üçüncü nesil ticari “çok dalgalı” LED ışık kaynaklarının geliştirilmesine yol açmıştır (Jandt & Mills, 2013).

3.5.3. Üçüncü nesil LED ışık kaynakları

Diş beyazlatma işlemleri popüler hale geldikçe, birçok diş hekimi, o zamanlar mevcut olan kompozit rezin renklerinin çok sarı olduğunu ve beyazlatılmış dişlerin rengiyle uyuşmadığını keşfetti. Bu durum, esas olarak rezinler fotobaşlatıcı olarak kullanılan CQ'nun parlak sarı olması nedeniyle meydana geldi. Sonuç olarak, bazı üreticiler CQ'nun etkinliğini artırıp, CQ konsantrasyonunu azaltmak için yardımcı başlatıcıları dahil ederken, bazı üreticiler de daha az sarı renk veren daha verimli "alternatif fotobaşlatıcılar" içeren rezin bileşimlerini kullanmaya başladı (Richard B Price, 2018). Bu değişiklik, üreticilerin restoratif rezinlerin daha açık tonlarını üretmelerine izin verdi. Alternatif foto başlatıcılar, mora yakın (410 nm veya altında) ışığın daha kısa dalga boylarına ihtiyaç duyar ve ikinci nesil LED ışık kaynakları 420 nm'nin altında çok az ışık yaydığından polimerizasyonda etkili olamadı (Richard B Price, 2018). Dar emisyon spektrumunun neden olduğu sorunu çözmek için LED ışık kaynağına ek bir renk yayıcı(lar) eklendi. Işık kaynağına birkaç farklı LED renk yayıcı dahil edilerek, artık 380 ile 500 nm spektral aralıktaki fotonlar iletilebilmektedir. Bu ışık kaynaklarına “üçüncü nesil” LED ışık kaynakları denir, yani viyole ve mavi ışığın bir kombinasyonunu yayarlar. Bu geniş spektrumlu ışık kaynakları, dental rezinlerde kullanılan tüm foto başlatıcıları etkinleştirebilir (Richard B Price, 2018).

Üçüncü nesil LED ışık kaynakları, çoklu diyotlar (menekşe / mavi diyotlar, çoklu dalga (polywave)) içerir (Flury, Lussi, Hickel, & Ilie, 2013). Kamferokinonu aktive eden ikinci nesil ile aynı tipe sahip bir adet LED ampul ve diğer polimerizasyon başlatıcılar için daha düşük güçte çip kullanılan viyole spektrumunda ışık üreten dört adet aksesuar LED ampulden oluşmuştur (Türkoğlu & Bulut, 2019). Bu ışık kaynakları, ikinci nesil LED ışık kaynaklarına göre daha geniş bir rezin yelpazesini polimerize edebilir. Üçüncü nesil LED ışık kaynakları yaklaşık 1.100 mW /cm² ışınlam ve 8 W güç çıkışı gösterebilir (Mahant et al., 2016). LED ışık kaynakları ile fotopolimerizasyon işlemi, 21. yüzyılın başında dental kompozit rezinlerin polimerizasyonunda altın standart haline gelmiştir (Jandt & Mills, 2013). LED ışık kaynaklarının, enerji verimliliği, yüksek güçlü olması ve ticari olarak temin edilebilir olması göz önüne alındığında, bu eğilimin oldukça uzun bir süre değişmeyeceği muhtemeldir.

Son olarak geliştirilen üçüncü nesil LED cihazı ile daha kısa sürede

polimerizasyon amaçlanmıştır. Üretici firmanın önerilerine göre 3 farklı ışık uygulama modu bulunmaktadır (ÖZ, 2014).

-Standart güç modu (1000 mW/cm²)

Her tabaka için 10 sn'lik polimerizasyon ve son polimerizasyon için 20 sn.

-Yüksek güç modu (1400 mW/cm²)

Her tabaka için 8 sn'lik polimerizasyon ve son polimerizasyon için 12 sn'lik polimerizasyon

-Ekstra güç modu (3200 mW/cm²)

Her tabaka için 3 sn'lik bir polimerizasyon ve son polimerizasyon için 3 sn'lik iki polimerizasyon önerilmektedir.

LED ışık kaynaklarının bundan sonraki evrimi, cihazın ömrü boyunca tutarlı ve güvenilir spektral çıktılar ve tek tip ışınlamalar sağlamak için cihazların ince ayarını yapmakla sınırlı olacaktır.

4.SONUÇ

Günümüz diş hekimliğinde, gelişen teknoloji ve hastaların artan estetik talepleri nedeniyle ışıkla polimerize olabilen restoratif materyaller hızla gelişim göstermektedir. Bu materyallerin polimerizasyon kalitesinin artması ve fiziksel ve mekanik özelliklerinin artırılması amacıyla, ışık kaynakları ve polimerizasyon tekniklerinde de yeni gelişmeler meydana gelmektedir. Bu ışık kaynakları ve polimerizasyon tekniklerinin gelişimi, restoratif materyallerin klinik performanslarının daha arzu edilir bir düzeye ulaştırılması bakımından önemli görülmektedir.

Dental ışık kaynağından restoratif materyale hangi ışığın iletildiğini daha iyi anlayabilir ve bu bilgiyi klinisyenin resin esaslı materyale yeterli ışık iletme yeteneğini geliştirmek için kullanabilirsek, o zaman restorasyonun yetersiz polimerize olma problemini çözebilir ve daha başarılı restorasyonlar elde edebiliriz. Kullanılan ışık kaynaklarının olası dezavantajlarının ve zararlı etkilerinin bilinmesi de, gerek restoratif materyallerde ideal bir polimerizasyon elde edilmesi ve gerekse hasta, hekim ve yardımcı personelin sağlığının riske edilmemesi açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Akgün, B. (2003). LED ışık kaynakları. In: Dentalife.
- Arısu, H. D. (2009). Restoratif diş hekimliği ve endodontide lazer kullanımı. *Gazi Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26(2), 125-132.
- Asmussen, E., & Peutzfeldt, A. (2005). Polymerization contraction of resin composite vs. energy and power density of light-cure. *European journal of oral sciences*, 113(5), 417-421.
- AUJ, Y., Soh, M., & Siow, K. (2002). Effectiveness of composite cure with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent*, 27, 44-49.
- Bektaş, Ö. Ö., Siso, Ş. H., & Eren, D. (2006). Işık kaynakları, polimerizasyon ve klinik uygulamalar. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27(2), 117-124.
- Birdsell, D. C., Bannon, P. J., & Webb, R. B. (1977). Harmful effects of near-ultraviolet radiation used for polymerization of a sealant and a composite resin. *The Journal of the American Dental Association*, 94(2), 311-314.
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., Hilton, T., . . . Breschi, L. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials*, 35(1), e1-e22.
- Cook, W. D. (1980). Factors affecting the depth of cure of UV-polymerized composites. *Journal of Dental Research*, 59(5), 800-808.
- Çekiç, I., & Ergün, G. (2007). Diş hekimliğinde kullanılan görünür ışık kaynakları. *Gazi Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi*, 24(2), 131-136.
- Çelik, Ç., & Yonca, Ö. (2008). Rezin Restoratif Materyallerin Polimerizasyonunda Kullanılan Işık Kaynakları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 2(2), 109-115.
- Dayangaç, B. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar: Güneş Kitabevi*.
- Ersoy, M., Emre, Ö., & Gökçe, K. (2007). Farklı Uygulama Yöntemlerinin Kompozit Rezinlerin. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007(1), 28-31.
- Flury, S., Lussi, A., Hickel, R., & Ilie, N. (2013). Light curing through glass ceramics with a second-and a third-generation LED curing unit: effect of curing mode on the degree of conversion of dual-curing resin cements. *Clinical oral investigations*, 17(9), 2127-2137.
- Gürpınar, A. (2012). Işıklı dolgu cihazlarının insan fibroblast hücrelerinde oluşturduğu etkilerin canlılık aktivite ve oksidatif stres yönünden değerlendirilmesi.
- Ikemura, K., & Endo, T. (1999). Effect on adhesion of new polymerization initiator systems comprising 5-monosubstituted barbituric acids, aromatic sul-

- finite amides, and tert-butyl peroxy maleic acid in dental adhesive resin. *Journal of Applied Polymer Science*, 72(13), 1655-1668.
- Jandt, K. D., & Mills, R. W. (2013). A brief history of LED photopolymerization. *Dental Materials*, 29(6), 605-617.
- Katahira, N., Foxton, R. M., Inai, N., Otsuki, M., & Tagami, J. (2004). Comparison of PAC and QTH light sources on polymerization of resin composites. *American journal of Dentistry*, 17(2), 113-117.
- Küçükeşmen, Ç. Farklı Işık Kaynakları Ve Yeni Polimerizasyon Teknikleri.
- Mahant, R. H., Chokshi, S., Vaidya, R., Patel, P., Vora, A., & Mahant, P. (2016). Comparison of the amount of temperature rise in the pulp chamber of teeth treated with QTH, second and third generation LED light curing units: an in vitro study. *Journal of lasers in medical sciences*, 7(3), 184.
- ÖZ, C. (2014). *Farklı Işık Cihazları Ve Farklı Uygulama Teknikleri İle Polimerize Edilen Bir Posterior Kompozitin Mikrosertlik, Polimerizasyon Büzülmesi Ve Polimerizasyon Esnasında Açığa Çıkan Isı Açısından Değerlendirilmesi*. Dicle Üniversitesi,
- Price, R., Ehrnford, L., Andreou, P., & Felix, C. A. (2003). Comparison of quartz-tungsten-halogen, light-emitting diode, and plasma arc curing lights. *The journal of adhesive dentistry*.
- Price, R. B. (2017). Light curing in dentistry. *Dental Clinics*, 61(4), 751-778.
- Price, R. B. (2018). The dental curing light. In *Dental composite materials for direct restorations* (pp. 43-62): Springer.
- Ritter, A. V. (2017). *Sturdevant's art & science of operative dentistry-e-book*: Elsevier Health Sciences.
- Rueggeberg, F. (1999). Contemporary issues in photocuring. *Compendium of continuing education in dentistry*.(Jamesburg, NJ: 1995). Supplement(25), S4-15; quiz S73.
- Rueggeberg, F., Caughman, W. F., & Curtis, J. (1994). Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Operative dentistry*, 19, 26-26.
- Rueggeberg, F. A. (2011). State-of-the-art: dental photocuring—a review. *Dental Materials*, 27(1), 39-52.
- Shortall, A., Price, R., MacKenzie, L., & Burke, F. (2016). Guidelines for the selection, use, and maintenance of LED light-curing units-Part 1. *British dental journal*, 221(8), 453-460.
- Topcu, F. T., Erdemir, U., Sahinkesen, G., Yildiz, E., Uslan, I., & Acikel, C. (2010). Evaluation of microhardness, surface roughness, and wear behavior of different types of resin composites polymerized with two different light sources. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials*, The

Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 92(2), 470-478.

Türkoğlu, Ö., & Bulut, A. C. (2019). Geçmişten Günümüze Polimerizasyon Cihazları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(4), 683-690.

Yaman, B. C., Efes, B. G., Dörter, C., Gömeç, Y., Erdilek, D., & Büyükgökçesu, S. (2011). The effects of halogen and light-emitting diode light curing on the depth of cure and surface microhardness of composite resins. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 14(2), 136.

Bölüm 11

TÜKÜRÜĞÜN KOMPOZİSYONU, SALGILANMASI VE GÖREVLERİ

Ahmet Ercan HATAYSAL¹

¹ Uzm. Dt. AHMET ERCAN HATAYSAL, Bozüyük Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Orcid Id: 0000-0003-0026-5562

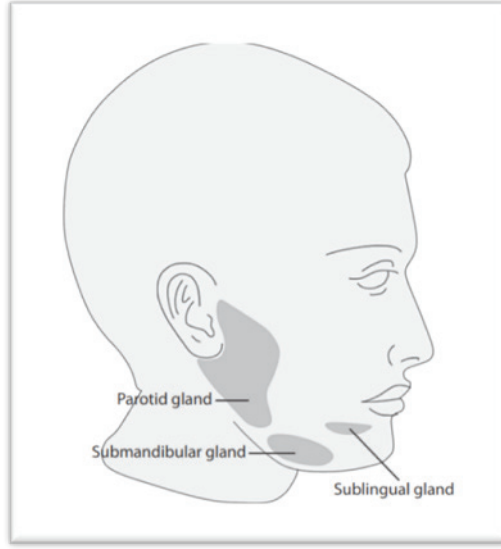
GİRİŞ

Tükürük, majör tükürük bezleri (parotis, sublingual ve submandibular) ile ağız içine dağılmış çok sayıda minör tükürük bezlerinin (labial, bukkal, palatal, lingual ve retromolar gibi) ekzokrin salgısıdır (Bellagambi et al., 2020). Submandibular, parotis ve sublingual bezlerin toplam tükürük miktarına katkısı sırasıyla %65, %23 ve %4'tür, kalan %10'luk kısım ise minör bezler tarafından üretilir. Sağlıklı yetişkinler tipik olarak bazal akış hızı yaklaşık 0,5 mL/dk olan 500-1500 mL/gün seröz ve müsinöz tükürük üretirler. Çeşitli proteinler, enzimler, immünoglobülinler, elektrolitler, mineraller, tamponlar, büyüme faktörleri, sitokinler, müsinler, diğer glikoproteinler ve yaklaşık %99 su içerir. Tükürüğün bileşenleri, ağız içi boşluğunun sağlığını koruma ve sürdürmede hayati öneme sahiptir.

Parotis en büyük majör tükürük bezidir. Seröz salgı yapan parotis bezi üst 2.molar diş hizasında “stenon kanalı” ile ağız içine açılır. Uyarılmış tükürük salgılanmasında parotis bezi baskındır. Submandibular tükürük bezi ise ikinci en büyük tükürük bezidir, “wharton kanalı”na açılır ve salgısı hem seröz hem müközdür. Uyarılmamış tükürüğün büyük kısmını submandibular tükürük bezi sağlar. Sublingual tükürük bezi, sublingual çukurda bulunur ve üçüncü en büyük tükürük bezidir. Yavaş ve sürekli salınım yapan minör tükürük bezleri, tükürükteki IgA salgısının ana kaynağıdır. Uyarılmış tükürük salgı hızı tükürük bezlerinin büyüklüğü ile orantılıdır.

Tükürük önce izotonik bir sıvı olarak salgılansa da, son hali duktal hücrelerdeki sodyum ve klorür Emilimi nedeniyle hipotoniktir (E. Kaufman & I. B. Lamster, 2002).Tükürük duktusları geçip ağız içine girdiğinde kan hücreleri, dişeti sıvısı, dökülen epitel hücreleri, yemek artıkları, mikroorganizmalar, burun ve bronş salgıları ile karışarak toplam tükürüğü oluşturur.

Tükürük, ağız dokularının korunmasında önemli bir role sahip olan çok çeşitli proteinler nedeniyle çeşitli işlevlere sahiptir. Tükürüğün lubrikasyon, oral mukozanın onarımı, gıda boluslarının oluşumu ve yutulması, sindirim, tat alma, antimikrobiyal, tamponlama ve reminalizasyon gibi önemli görevleri vardır.



Şekil 1. Majör tükürük bezlerinin şekilsel gösterimi (Miletich, 2010)

TÜKÜRÜĞÜN KOMPENENTLERİ

Tükürük; sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, bikarbonat ve fosfatlar dahil olmak üzere birçok elektrolit barındırır. Ayrıca tükürükte; immünoglobulinler, proteinler, enzimler, serbest yağ asitleri, müsinler, üre ve amonyak gibi azotlu ürünler de bulunur. Bikarbonatlar, fosfatlar ve üre, tükürük pH'ı ve tükürüğün tamponlama kapasitesini modüle etmekle görevlidir (Edgar, 1992). Makromolekül proteinler ve müsinler, diş plağı metabolizmasına katkıda bulunur (Mandel, 1987). Kalsiyum, fosfat ve proteinler diş yapılarının çözünmesine karşı olarak birlikte çalışırken, demineralizasyon ve remineralizasyonun düzenlenmesine yardımcı olurlar (Edgar, 1990). İmmünoglobulin, protein ve enzimlerse antibakteriyel etki sağlarlar (Garrett, 1987). Majör tükürük bezleri, salgı hacminin ve elektrolit içeriğinin çoğuna katkıda bulunurken, minör tükürük bezleri salgı hacmine daha az katkı sağlar (Edgar, 1990). Uyarılmış ve uyarılmamış tükürüğün komponentleri Tablo-1'de gösterilmiştir.

Glikoproteinler (müsinler ve prolinden zengin glikoproteinler gibi), enzimler (a-amilaz ve karbonik anhidraz gibi) ve çok çeşitli peptitler (sistatinler, statherin, histatinler ve prolinden zengin proteinler gibi) tükürüğün ana bileşenleridir. Tükürükteki başlıca protein kaynakları, majör (parotis, submandibular, sublingual) ve minör (von Ebner) tükürük bezleridir. Bununla birlikte, ağız dokuları ve mikroorganizmalar tükürük proteomuna katkıda bulunabilir. Tükürükteki proteinlerin miktarı ve türü sirkadiyen ritim, diyet, yaş, cinsiyet ve fizyolojik durum gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Battino, Ferreiro, Gallardo, Newman, & Bullon, 2002).

Tükürüğün son yapısal versiyonunda oral mukoza transüdası, intraoral kanama (serum ve hücreler), dişeti oluğu sıvısı, bronşiyal ve nazal sekresyonlar, ağız içi yaralardan kaynaklanan serum ve kan türevleri, ağız içi bakteriler, virüsler ve mantarlar, pul pul dökülmüş epitel ve kan hücreleri, yemek artıkları, ilaçların veya kimyasal ürünlerin artıkları da bulunabilir.

	Uyanılmamış Tükürük		Uyanılmış Tükürük	
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
İçeriğin tamamı	500	300--800	530	400--900
Organik bileşenler				
Proteinler	220	140--640	280	170--420
Amino asitler			4	
Amilaz	38			
Lizozim	22		11	0,4-6-2
IgA	19			
IgG	1,4			
Glikoz	0,2			
Sitrat	1		1	0,5--3
Laktat			Eser miktarda	
Amonyak			3	1-- 12
Üre	20	12--70	13	
Ürik Asit	1,5	0,5--3	3	1--21
Kreatinin	0,1	0,05--0,2		
Kolesterol	8	2,5--50		
CAMP	7		50	
İnorganik Bileşenler				
Sodyum	15	0--20	60	
Potasyum	80	60--100	80	
Tiyosiyanat (Sigara içen)	9	6--12		
Tiyosiyanat (Sigara içmeyen)	2	1--3		
Kalsiyum	5,8	2,2- -11,3	6	
Fosfat	16,8	6,1--71	12	
Klor	50		100	
Flor	0,028	0,015--0,045		

Tablo 1. Tükürük Kompozisyonu (mg/100ml) (Kumar et al., 2017)

TÜKÜRÜK AKIŞ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Uyarılmış ve uyarılmamış tükürüklerin bileşimleri farklılık gösterirler. Bireysel değişkenlik olmasına rağmen, uyarılmamış tükürük için normal tükürük akış hızı 0.1 mL/dk'nın üzerindeyken, stimülasyon altında akış hızı yaklaşık 4 mL/dk'ya kadar çıkabilir. Normal tükürük akış hızları Tablo-2'de gösterilmiştir. Uyarılmış tükürükte bikarbonat konsantrasyonu daha yüksek olduğu için, uyarılmış tükürüğün pH'ı daha yüksektir. Yüksek tükürük akış hızları, sodyum ve klorür konsantrasyonlarını artırır ve potasyum ve fosfat konsantrasyonlarını azaltır, böylece tükürük tonisitesini artırır (Jensdottir, Nauntofte, Buchwald, & Bardow, 2005). İstirahatte, ekzojen veya farmakolojik uyarı olmadan, bazal uyarılmamış sekresyon adı verilen az miktarda ve sürekli bir tükürük akışı vardır. Bu akış ağız içi dokuları kaplar ve nemlendirir.

Tükürük akışı ve bileşimi esas olarak otonom sinir sisteminin aktivitesi tarafından düzenlenir. Parasempatik uyarım, düşük seviyelerde organik ve inorganik bileşenlerle sulu (daha az viskoz) tükürük salınımına yol açar. Sempatik bir uyarı, mukoid (daha viskoz) tükürük salgısına yol açar. α -adrenerjik stimülasyon, yüksek konsantrasyonda protein ve düşük konsantrasyonda müsin içeren düşük hacimli tükürük salgısına yol açar ve tükürüğün viskozitesi düşüktür (Aps & Martens, 2005). β -adrenerjik stimülasyon, yüksek protein ve müsin içeriğine, yüksek viskoziteye ve köpüklü görünüme sahip tükürük salgılanmasını sağlar (Aps & Martens, 2005). Böylece, parasempatik ve sempatik stimülasyon, tükürük akış hızı ve hacminin yanı sıra organik ve inorganik bileşiklerin seviyelerini de değiştirir. Hidrasyon, ağrı, gebelik, ilaçlar, radyoterapi, yaş, sistemik hastalıklar, enfeksiyon, hormonal değişiklikler ve stres tükürük salgısının bileşenlerinin miktarını ve hacmini değiştirebilir.

Tükürük akış hızı azaldığı durumlarda, besinlerin çiğnenmesinde ve yutulmasında problemler, konuşmada zorluk, tat duyusunda azalma, ağız içi enfeksiyonlarda artış ve çürük gelişiminde hızlanma olabilir.

Tükürük Akış Hızı (ml/dakika)		
	Normal	Düşük
Uyarılmamış Tükürük	0,3-0,4 ml/dakika	≤ 0.1 ml/dakika
Uyarılmış Tükürük	1-2 mL/dakika	≤ 0.7 ml/dakika

Tablo 2. Uyarılmış ve uyarılmamış tükürük akış hızları (J. A. Ship, Fox, & Baum, 1991)

TÜKÜRÜK AKIŞ HIZINI VE KOMPOZİSYONUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Tükürük akış hızı ve bileşimi bireyden bireye değişiklik gösterebildiği gibi, aynı bireyde farklı koşullar altında da varyasyonlar gösterebilir (Dawes, 1987).

1. Hidrasyon

Bireysel hidrasyonun derecesi tükürük salgısını engelleyen en önemli faktördür (Dawes, 1987). Vücuttaki su içeriği %8 oranında azaldığında, tükürük akışı neredeyse sıfıra düşerken, hiperhidrasyon durumunda tükürük akış hızında artışa neden olur. Dehidrasyon sırasında tükürük bezleri vücuttaki suyu korumak için salgılamayı azaltır.

2. Yaş

Histolojik analizler, ilerleyen yaşla birlikte tükürük bezlerinin parankiminin yavaş yavaş yağ ve fibrovasküler doku ile yer değiştirdiğini ve asini hacminin azaldığını göstermiştir (Azevedo, Damante, Lara, & Lauris, 2005). Bununla birlikte, sağlıklı bireyler arasında yapılan fonksiyonel çalışmalar, yaşlanmanın tükürük üretme salgı bezi kapasitesinin azalmasına yol açtığını kesin olarak gösterememektedir (Nagler, 2004). Yapılan bazı çalışmalarda yaşlı bireylerin çok düşük günlük tükürük üretimine sahip oldukları göstermiştir ancak bu durum kesin olarak yaşlanmaya bağlanamamış, yaşla birlikte artan sistemik hastalıklar ve sürekli ilaç kullanımı ile ilişkilendirilmiştir (Lima, Machado, Santos, & Grégio, 2004).

3. Cinsiyet

Erkekler ve kadınlar arasındaki tükürük salgısındaki farklılıklar iki teoriye atfedilmiştir: kadınlar erkeklere kıyasla daha küçük tükürük bezlerine sahiptir ve kadınlık hormonları tükürük salgısının azalmasına katkıda bulunabilir (Percival, Challacombe, & Marsh, 1994). Menopoz öncesi ve sonrası sağlıklı kadınlar, hormon tedavisi gören menopoz sonrası kadınlar ile tedavi almayan kadınlar arasında tükürük akış hızı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Jonathan A Ship, Patton, & Tylanda, 1991).

4. İlaçlar

Birçok ilaç sınıfı, özellikle antikolinergik etkiye sahip olanlar (anti-depresanlar, anksiyolitikler, antipsikotikler, antihistaminikler ve antihipertansifler), tükürük akış hızında azalmaya neden olabilir ve kompozisyonunu değiştirebilir (Scully, 2003).

5. Hayali ve Görsel Uyarım

Yiyecekleri düşünmek veya yiyeceklere bakmak insanlarda tükürük

salgısını uyaran etmenlerdendir. Bazı araştırmacılar görsel uyaranlar karşısında tükürük akış hızında küçük bir artış gözlemlerken, diğerleri herhangi bir etki gözlemlememiştir (Edgar, 2004).

6. Tütün Mamülleri Kullanımı

Uzun süreli tütün ürünleri kullanan bireylerde tükürük akış hızı ve tükürük pH'ı önemli ölçüde azalır (Singh, 2015). Bu durumun ağız kuruluğu, servikal çürük, diş eti iltihabı, mobilite, diş taşı ve ağız kokusu ile ilişkili olarak ağız ve diş sağlığında problemlere sebep olduğu gösterilmiştir (Rad, Kakoie, Niliye Brojeni, & Pourdamghan, 2010). Ayrıca nikotin tükürük bezlerinde ciddi morfolojik ve fonksiyonel değişikliklere de sebep olur (Maier, Born, & Mall, 1988).

7. Sirkadyan Ritim

Tükürük akış hızı, gün içerisinde öğleden sonra en yüksek seviyeye ulaşır, ancak uyku sırasında neredeyse sıfıra iner. Tükürük kompozisyonu da sirkadiyen ritim ile gün içerisinde değişiklik gösterir (Dawes, 1972). Toplam protein konsantrasyonu öğleden sonra zirveye ulaşırken, sodyum ve klorürün en yüksek seviyeleri sabahın ilk saatlerinde görülür gelir (Edgar, 2004).

Mevsimin de tükürük salgısı üzerinde etkisi vardır. Yaz aylarında parotis bezinden daha düşük miktarda tükürük salgılanırken, kış aylarında salgı maksimum seviyelere ulaştığı çalışmalarda gösterilmiştir (Edgar, 2004).

8. Tükürük Bezlerinin Büyüklüğü

Uyarılmış tükürük akış hızı, uyarılmamış tükürük akış hızının aksine tükürük bezinin boyutu ile doğrudan ilişkilidir (Edgar, 2004).

9. Vücut Ağırlığı

Uyarılmamış tükürük akış hızı vücut ağırlığından bağımsız olduğu ortaya konmuştur (Dawes, 1987). Öte yandan, obez erkek çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada, hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla çok daha düşük tükürük amilaz konsantrasyonu tespit edilmiştir (de Oliveira, Collares, Barbieri, & Fernandes, 1997).

10. Beslenme

Beslenme eksiklikleri tükürük fonksiyonunu ve kompozisyonunu da etkileyebilir (Humphrey & Williamson, 2001).

11. Fiziksel Egzersiz

Fiziksel egzersiz sekresyonu etkileyebilir. İmmünoglobulinler, hormonlar, laktat, proteinler ve elektrolitler gibi çeşitli tükürük bileşenlerinde

değişikliklere neden olabilir. Egzersizin yoğunluğuna ek olarak, tükürükteki α -amilaz ve elektrolit düzeylerinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Chicharro, Lucía, Pérez, Vaquero, & Ureña, 1998).

12. Alkol kullanımı

Sadece tek bir yüksek doz etanol alımı, uyarılmış tükürük hızında önemli bir azalmaya neden olur. Bu azalma, toplam protein ve amilaz salınımının değişmesinin yanı sıra elektrolitlerin salınımının azalmasından kaynaklanır (Enberg, Alho, Loimaranta, & Lenander-Lumikari, 2001).

13. Sistemik Hastalıklar

Pankreatit, şeker hastalığı, böbrek yetmezliği, anoreksi, bulimia ve çölyak hastalığı gibi bazı kronik hastalıklarda amilaz seviyesi yüksektir (de Ferraris, 1999). Psiko-duygusal durumdaki değişiklikler tükürüğün biyokimyasal bileşimini değiştirebilir. Depresyona tükürük proteinlerinde azalma eşlik eder (Grigoriev, Nikolaeva, & Artamonov, 2003).

TÜKÜĞÜN ANA GÖREVLERİ

Tükürük, ağız sağlığının korunmasında ve sindirimde önemli bir rol oynar. Tükürük, ağız boşluğunu patojenlere veya mekanik yaralanmalara (örneğin sürtünme) karşı korur ve yutma, çiğneme, konuşma ve tadı desteklemek için ağız içi dokularını nemlendirir. Ağız sağlığının korunması büyük ölçüde tükürüğün temizleme eylemlerine ve antimikrobiyal özelliklerine bağlıdır. Tükürük demineralizasyonu engeller, remineralizasyonu destekler ve antibakteriyel ve antiviral etkiye sahiptir. Tükürüğün etkilerini bölüm bölüm değerlendirecek olursak;

1.Tat

Asini hücreleri içinde izotonik olan tükürük, duktusları geçerken hipotonik hale gelir. Tat tomurcuklarında maddelerin çözünmesini sağlayan tükürüğün hipotonisitesidir (de Almeida Pdel, Grégio, Machado, de Lima, & Azevedo, 2008). Tükürüğün ana rolü, tat maddelerinin çözünmesini ve tat reseptörüne taşınmasını sağlamaktır. Tat duyusunun ilk sürecinde tükürük, tat maddeleri için bir çözücü görevi görür; tükürükte tat molekülleri çözülür ve sonrasında tat alıcı bölgelere yayılır (Matsuo, 2000). Bu işlem sırasında, bazı tükürük bileşenleri tat maddeleriyle kimyasal olarak etkileşime girebilir. Örneğin, tükürük tamponları (örneğin bikarbonat iyonları) serbest hidrojen iyonlarının (ekşi tat) konsantrasyonunu azaltır. Tükürüğün tat iletimi üzerindeki bir başka etkisi, bazı tükürük bileşenlerinin tat alıcısını sürekli olarak uyarabilmesi ve bunun da tat duyarlılığının değişmesine neden olmasıdır.

2.Koruma ve Lubrikasyon

Lubrikasyon, esas olarak tükürüğün yapısında bulunan müsinler ve prolinden zengin glikoproteinler tarafından gerçekleştirilir. Tükürüğün yapısındaki müsinler; koruyan, kayganlaştıran, dehidrasyonu önleyen ve tükürüğün viskoelastisitesini koruyan bir seromukozal zar oluşturur. Bu seromukozal zar sayesinde, besinlerin ve mikroorganizmaların dış yüzeyinde tutunması zorlaşır. Böylelikle, dokular mikroorganizmaların proteolitik saldırılarına karşı korunur (Llena-Puy, 2006). Tükürüğün kayganlaştırıcı etkisi sayesinde dil, ağız içinde daha rahat hareket etmektedir ve konuşmayı da kolaylaştırıcı etkisi vardır.

3.Dilüsyon ve Temizleme

Tükürük, karbonhidratları, bazı bakterileri, epitel hücrelerini ve yiyecek artıklarını ağız boşluğundan temizler. Şekerler serbest formlarında uyarılmış ve uyarılmamış tükürükte ortalama 0,5 ila 1 mg/100mL düzeylerinde bulunur. Tükürükte yüksek konsantrasyonda şeker esas olarak yiyecek ve içecek alımından sonra ortaya çıkar. Özellikle şeker hastalarında kandaki glikoz konsantrasyonu ile tükürük sıvısı arasında bir korelasyon olduğu bilinmektedir, ancak bu her zaman anlamlı olmadığı için tükürük kan şekerini izleme aracı olarak kullanılmaz(Ben-Aryeh, Cohen, Kanter, Szargel, & Laufer, 1988). Tükürük yoğun su içeriği sayesinde ağız içindeki şeker gibi molekülleri seyrelterek biyofilm oluşmasını azaltır. Tükürüğün, karbonhidratları tükürüğün bol miktardaki sıvı içeriği sayesinde temizlemesine karbonhidrat klirensi denir ve tükürük akış hızı ve tükürük viskozitesi karbonhidrat klirensini en çok etkileyen iki önemli faktördür. Bunlara ek olarak, zararlı maddeleri ağız içinde dilüe ederek konantrasyonunu ve zararlı etkilerini de azaltır.

4.Tamponlama

Tükürüğün tamponlama kapasitesi; temel olarak karbonik anhidrazlar, histatinler, staterinler ve prolinden zengin anyonik proteinlerin etkisinden kaynaklanır (de Almeida Pdel et al., 2008; Llena-Puy, 2006). Ağız içinde oluşan organik asitleri tamponlayarak ve nötralize ederek, diş çürüğü gelişiminin önüne geçer. Bikarbonat, fosfat ve protein sistemleri gibi özel mekanizmalarla tükürüğün tampon kapasitesi, diş plağının asidini azaltır ve pH'ı kritik değerin üstünde bir seviyeye geri getirir. Tükürük proteinleri, asit ürünlerinin bakteri metabolizmasından nötralizasyonu için bir tampon sistemi görevi görür ve bu nedenle ortam bakteri kolonizasyonu için elverişsizdir.

Tükürüğün iki ana tampon sistemi vardır. Karbonik asit-bikarbonat sistemi, uyarılmış tükürükte en etkili olanıdır. Uyarılmamış tükürükteki ana aktif sistem ise fosfat tampon sistemidir. Tükürüğün yapısında bulu-

nan üre, üreaz enzimi tarafından parçalanarak karbondioksit ve amonyak oluşur ve tükürük pH'sının artmasına yardımcı olur. Tükürük üre konsantrasyonunun DMFT indexi ile ters orantılı olduğu gösterilmiştir (Zabokova Bilbilova, Sotirovska Ivkovska, & Ambarkova, 2012). Tükürük PH değeri 6,2-7,6 arasında değişmekte olup, ortalama 6,7'dir (Baliga, Muglikar, & Kale, 2013). Ağız içi karyojenik mikroorganizmaların aktivitesi sonucu asit oluşur ve pH düşer. Hem tükürük tamponlama sistemi hem de tükürüğün zengin su içeriği sayesinde pH kritik seviyenin üzerine gelir.

5. Diş Bütünlüğünün Korunması

Tükürük, remineralizasyonu ve demineralizasyonu tükürükteki kalsiyum, fosfat, florür ve pH konsantrasyonu ile düzenler. Tükürükte florür varlığı biyofilmdeki asit üretimini azalttığı için çok önemlidir.

Serbest kalsiyum, fosfat ve florür iyonlarının tükürükteki artmış doygunluğunun bir sonucu olarak ilk çürük lezyonlarının remineralizasyonu desteklenir. Ayrıca prolinden zengin proteinler, staterinler, histatinler ve sistatinler, mine kristallerinin hidroksiapatitine bağlanır ve kalsiyum ve fosfatın çökmesini engeller.

6. Sindirim

Sindirim fonksiyonu amilaz, ribonükleaz, proteaz ve lipaz enzimleri tarafından gerçekleştirilir. Sindirim, a-amilaz enzimi tarafından ağız boşluğunda başlatılır ve bu enzimin etkileri ağızla sınırlıdır. α -amilaz, tükürük bezlerinin işlevinin iyi bir göstergesidir ve tükürüğün protein içeriğinin yaklaşık %40'ını temsil eder.

7. Doku Onarımı

Tükürüğün yapısında büyüme faktörleri bulunur ve özellikle epidermal büyüme faktörünün varlığı doku onarımında etkilidir.

8. Tükürüğün Antibakteriyel Etkisi

Antibakteriyel fonksiyon peroksidazlar, laktoferrinler, lizozimler, defensinler, histatinler, müsinler, sistatinler, immünoglobulinler ve prolinden zengin glikoproteinler tarafından gerçekleştirilir. Bağışıklıkta ana molekül; virüsleri, bakterileri ve enzim toksinlerini nötralize edebilen immünoglobulin A'dır (IgA). Bakteriyel antijenlere bağlanarak, bakteriyel agregasyonu teşvik eden ve oral dokulara bakteriyel yapışmanın inhibisyonunu sağlayan bir antikor gibi davranır. Yapılan çalışmalarda, tükürük IgA seviyeleri diş çürüğü ile ilişkili bulunmuştur (Haeri-Araghi, Zarabadipour, Safarzadeh-Khosroshahi, & Mirzadeh, 2018).

Lizozim (muramidaz), bazı bakterilerin hücre duvarını parçalayan bir enzimdir ve bağışıklık sisteminin önemli bir unsurudur. Bakteriyel enfeksiyon riskini azaltır.

Laktoferrin, serbest demire bağlanmada çeşitli mikroorganizmalarla rekabet eder. Çoğalması ve hayatta kalması için bu iyonla bağlı olan çeşitli mikroorganizmalar üzerinde bakteriyostatik ve bakterisidal bir etkiye sahiptir.

Statherinler ve prolinden zengin proteinler, tükürük bezlerinde ve tükürükte kalsiyum ve fosfat iyonlarının kendiliğinden çökmesini inhibe eder ve diş taşı oluşumunu engeller.

Tükürüğün antimikrobiyal özellikleri diş çürüklerinin kontrolünde önemli bir rol oynar. Bu kontrol, prolin açısından zengin proteinler, lizozimler, laktoferrinler, peroksidazlar, aglutininler, histidinler, sIgA, IgG ve IgM gibi çeşitli proteinlerin etkisine bağlı olarak oral ekosistem üzerinde uygun bir dengenin korunmasından kaynaklanmaktadır.

TÜKÜRÜK VE TEŞHİS

Tükürük çoklu bileşenlerden oluşan bir yapıya sahip olduğundan, sistemik hastalıkların araştırılmasına ve genel sağlığın izlenmesine yardımcı olur (Lawrence, 2002).

Tükürük, hızlı ve kolay bir şekilde toplandığından ve tükürük bezlerinin vasküler yapısı sayesinde serumda bulunan elementlerden oluştuğundan sistematik hastalıkların tanısında kullanılabilir. Bu elementler, sistematik hastalıkların teşhisinde kullanılan biyobelirteçleri oluşturur. Tükürük; endokrin bozuklukların, kalıtsal, otoimmün veya bulaşıcı hastalıkların teşhisinde, ilaçların ve yasadışı uyuşturucuların terapötik düzeylerinin izlenmesinde kullanılabilir (Eliaz Kaufman & Ira B Lamster, 2002). Tükürük, hastalıkların evriminin kontrolü ve terapötiklerin dozajının izlenmesi için alternatif bir teşhis yöntemi olarak görünmektedir (Llena Puy, 2006).

Tükürük ayrıca HIV, meme kanseri, diyabet, artrit ve kalp hastalığı tanısında da potansiyel olarak kullanılabilir ve aynı düzeyde kan veya idrar analizinde tanı aracı olması beklenir (Segal & Wong, 2008).

Tükürük, diş çürükleri açısından da oldukça önemli bir teşhis aracıdır. Çürük oluşturan *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus* spp. kolonilerinin tükürükteki miktarlarının tayini ile yüksek çürük riskli hastaların kontrollerinde kimyasal tedavinin etkinliğinin izlenmesine izin verir (Llena Puy, 2006).

Diş çürüğünün tükürük biyobelirteçleri ile belirlenmesi, çürük riski olan bireylerin belirlenmesi ve koruyucu tedavilerin uygulanması için oldukça önemlidir. Diş çürüğü multifaktöriyel bir etiyolojiye sahip olduğundan, asıl zorluk çürük riskini belirleyebilmek için tek bir değişken belirlemeye çalışmaktır (Martins, Buczynski, Maia, Siqueira, & de Araujo Castro, 2013). Tükürük, ağız dışı hastalıkların teşhisi ve takibinde önemli bir rol oynar.

REFERANSLAR

- Aps, J. K., & Martens, L. C. (2005). Review: The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva. *Forensic Sci Int*, 150(2-3), 119-131. doi:10.1016/j.forsciint.2004.10.026
- Azevedo, L. R., Damante, J. H., Lara, V. S., & Lauris, J. R. (2005). Age-related changes in human sublingual glands: a post mortem study. *Arch Oral Biol*, 50(6), 565-574. doi:10.1016/j.archoralbio.2004.10.019
- Baliga, S., Muglikar, S., & Kale, R. (2013). Salivary pH: A diagnostic biomarker. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 17(4), 461-465. doi:10.4103/0972-124X.118317
- Battino, M., Ferreiro, M. S., Gallardo, I., Newman, H. N., & Bullon, P. (2002). The antioxidant capacity of saliva. *J Clin Periodontol*, 29(3), 189-194. doi:10.1034/j.1600-051x.2002.290301x.x
- Bellagambi, F. G., Lomonaco, T., Salvo, P., Vivaldi, F., Hangouët, M., Ghimenti, S., . . . Errachid, A. (2020). Saliva sampling: Methods and devices. An overview. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 124, 115781. doi:https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.115781
- Ben-Aryeh, H., Cohen, M., Kanter, Y., Szargel, R., & Laufer, D. (1988). Salivary composition in diabetic patients. *J Diabet Complications*, 2(2), 96-99. doi:10.1016/0891-6632(88)90011-6
- Chicharro, J. L., Lucía, A., Pérez, M., Vaquero, A. F., & Ureña, R. (1998). Saliva composition and exercise. *Sports Med*, 26(1), 17-27. doi:10.2165/00007256-199826010-00002
- Dawes, C. (1972). Circadian rhythms in human salivary flow rate and composition. *J Physiol*, 220(3), 529-545. doi:10.1113/jphysiol.1972.sp009721
- Dawes, C. (1987). Physiological factors affecting salivary flow rate, oral sugar clearance, and the sensation of dry mouth in man. *J Dent Res*, 66 Spec No, 648-653. doi:10.1177/00220345870660s107
- de Almeida Pdel, V., Grégio, A. M., Machado, M. A., de Lima, A. A., & Azevedo, L. R. (2008). Saliva composition and functions: a comprehensive review. *J Contemp Dent Pract*, 9(3), 72-80.
- de Ferraris, M. E. G. (1999). *Histología y embriología bucodental*: Editorial médica panamericana.
- de Oliveira, C. G., Collares, E. F., Barbieri, M. A., & Fernandes, M. I. (1997). [Production and concentration of saliva and salivary amylase in obese children]. *Arq Gastroenterol*, 34(2), 105-111.
- Edgar, W. M. (1990). Saliva and dental health. Clinical implications of saliva: report of a consensus meeting. *Br Dent J*, 169(3-4), 96-98. doi:10.1038/sj.bdj.4807284

- Edgar, W. M. (1992). Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J*, 172(8), 305-312. doi:10.1038/sj.bdj.4807861
- Edgar, W. M. (2004). *Saliva and oral health*. London: British Dental Association.
- Enberg, N., Alho, H., Loimaranta, V., & Lenander-Lumikari, M. (2001). Saliva flow rate, amylase activity, and protein and electrolyte concentrations in saliva after acute alcohol consumption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 92(3), 292-298. doi:10.1067/moe.2001.116814
- Garrett, J. R. (1987). The proper role of nerves in salivary secretion: a review. *J Dent Res*, 66(2), 387-397. doi:10.1177/00220345870660020201
- Grigoriev, I. V., Nikolaeva, L. V., & Artamonov, I. D. (2003). Protein content of human saliva in various psycho-emotional states. *Biochemistry (Mosc)*, 68(4), 405-406. doi:10.1023/a:1023695729019
- Haeri-Araghi, H., Zarabadipour, M., Safarzadeh-Khosroshahi, S., & Mirzadeh, M. (2018). Evaluating the relationship between dental caries number and salivary level of IgA in adults. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 10(1), e66-e69. doi:10.4317/jced.54271
- Humphrey, S. P., & Williamson, R. T. (2001). A review of saliva: normal composition, flow, and function. *J Prosthet Dent*, 85(2), 162-169. doi:10.1067/mps.2001.113778
- Jensdottir, T., Nauntofte, B., Buchwald, C., & Bardow, A. (2005). Effects of sucking acidic candy on whole-mouth saliva composition. *Caries Res*, 39(6), 468-474. doi:10.1159/000088181
- Kaufman, E., & Lamster, I. B. (2002). The diagnostic applications of saliva--a review. *Crit Rev Oral Biol Med*, 13(2), 197-212. doi:10.1177/154411130201300209
- Kaufman, E., & Lamster, I. B. (2002). The diagnostic applications of saliva—a review. *Critical Reviews in oral biology & medicine*, 13(2), 197-212.
- Kumar, B., Kashyap, N., Avinash, A., Chevuri, R., Sagar, M. K., & Kumar, S. (2017). The composition, function and role of saliva in maintaining oral health: A review. *International Journal of Contemporary Dental & Medical Reviews*, 2017.
- Lawrence, H. P. (2002). Salivary markers of systemic disease: noninvasive diagnosis of disease and monitoring of general health. *Journal-Canadian Dental Association*, 68(3), 170-175.
- Lima, A. A. S., Machado, D. F. M., Santos, A. W. d., & Grégio, A. M. T. (2004). Avaliação sialométrica em indivíduos da terceira idade. *Rev. odonto ciênc*, 238-244.
- Llena-Puy, C. (2006). The rôle of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis. *Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal*, 11(5), E449-455.
- Llena Puy, M. C. (2006). The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis.

- Maier, H., Born, I. A., & Mall, G. (1988). Effect of chronic ethanol and nicotine consumption on the function and morphology of the salivary glands. *Klin Wochenschr*, 66 Suppl 11, 140-150.
- Mandel, I. D. (1987). The Functions of Saliva. *Journal of Dental Research*, 66(1_ suppl), 623-627. doi:10.1177/00220345870660S103
- Martins, C., Buczynski, A. K., Maia, L. C., Siqueira, W. L., & de Araujo Castro, G. F. B. (2013). Salivary proteins as a biomarker for dental caries—a systematic review. *Journal of Dentistry*, 41(1), 2-8.
- Matsuo, R. (2000). Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11(2), 216-229. doi:10.1177/10454411000110020501
- Miletich, I. (2010). Introduction to salivary glands: structure, function and embryonic development. *Front Oral Biol*, 14, 1-20. doi:10.1159/000313703
- Nagler, R. M. (2004). Salivary glands and the aging process: mechanistic aspects, health-status and medicinal-efficacy monitoring. *Biogerontology*, 5(4), 223-233. doi:10.1023/b:Bgen.0000038023.36727.50
- Percival, R., Challacombe, S., & Marsh, P. (1994). Flow rates of resting whole and stimulated parotid saliva in relation to age and gender. *Journal of Dental Research*, 73(8), 1416-1420.
- Rad, M., Kakoie, S., Niliye Brojeni, F., & Pourdamghan, N. (2010). Effect of Long-term Smoking on Whole-mouth Salivary Flow Rate and Oral Health. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 4(4), 110-114. doi:10.5681/joddd.2010.028
- Scully, C. (2003). Drug effects on salivary glands: dry mouth. *Oral Dis*, 9(4), 165-176. doi:10.1034/j.1601-0825.2003.03967.x
- Segal, A., & Wong, D. T. (2008). Salivary diagnostics: enhancing disease detection and making medicine better. *European journal of dental education: official journal of the Association for Dental Education in Europe*, 12(Suppl 1), 22.
- Ship, J. A., Fox, P. C., & Baum, B. J. (1991). How much saliva is enough? ‘Normal’ function defined. *J Am Dent Assoc*, 122(3), 63-69. doi:10.14219/jada.archive.1991.0098
- Ship, J. A., Patton, L. L., & Tylanda, C. A. (1991). An assessment of salivary function in healthy premenopausal and postmenopausal females. *Journal of gerontology*, 46(1), M11-M15.
- Singh, I. (2015). Effect of long-term smoking on salivary flow rate and salivary pH. *Journal of Indian Association of Public Health Dentistry*, 13(1), 11-13. doi:10.4103/ijmr.IJMR_118_18
- Zabokova Bilbilova, E., Sotirovska Ivkovska, A., & Ambarkova, V. (2012). Correlation between salivary urea level and dental caries. *Prilozi*, 33(1), 289-302.

Bölüm 12

ÇOCUKLARDA BRUKSİZM VE MULTİDİSİPLİNER TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Hayriye Özge DURGUN¹

Esra Ceren TATLI²

1 Araş.Gör. Hayriye Özge Durgun Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği ABD, ORCID ID: 0000-0001-5675-7641

2 Dr.Öğr.Üyesi Esra Ceren Tatlı Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği ABD , ORCID ID: 0000-0001-8241-1310

1. GİRİŞ

Çiğneme sistemi; baş ve boyun çevresi kaslar, çiğneme kasları, ligamanlar, temporomandibular eklem (TME), dişler, yanaklar, dudak ve tükürük bezlerinden oluşmaktadır. Bu sistem sadece çiğneme sırasında değil, yutma, soluk alıp-verme ve konuşma esnasında da sürekli çalışmaktadır. Araştırmalar insanın çene eklemine bir günde 1500-2000 kez kullandığını; bu organlar topluluğu ile ortalama 1500 kez yutkunduğumuzu, dakikada 6-8 kez nefes aldığımızı göstermiştir. Bu nedenle, sistemin herhangi bir yerinde meydana gelen bir sorun yalnızca o bölgenin fonksiyonlarını etkilemekle kalmayıp, sisteme ait diğer bölge ve fonksiyonları da zincirleme olarak etkilemektedir (Özcan, 2005).

Çiğneme sistemi aktiviteleri fonksiyonel ve parafonksiyonel olarak çalışabilmektedir. Fonksiyonel aktiviteler; konuşma, yemek yeme veya çiğneme gibi anlamlı fonksiyonları içerirken; bruksizm, parmak emme, dudak veya tırnak ısırma parafonksiyonel alışkanlıkları örneklemektedir. Parafonksiyonel ve fonksiyonel aktivitelerin mekanizmaları birbirinden farklıdır (Alharby, 2018). Fonksiyonel aktiviteler, çiğneme sisteminin yapılarına minimum hasar vererek gerekli fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan kontrollü kas aktiviteleridir. Parafonksiyonel davranışların ise işlevsel bir yanı olmadığı gibi lokal doku hasarına yol açabilirler (Reddy, 2014).

2. BRUKSİZM TANIMI

Bruksizm, diş gıcırdatma ve/veya diş sıkma ile karakterize belirli güçlü çene hareketlerinin neden olduğu olağan dışı artmış aktivite olarak tanımlanan ve sık görülen bir bozukluktur (Clark, 2007). “Bruxomania” terimi, Marie ve Pletkiewicz tarafından 1907’de öne sürülen Fransızca “la bruxomanie” kelimesinden türemiştir (Reddy, 2014). Bruksizm terimi ise ilk olarak 1931’de Frohman tarafından ortaya atılmış ve kullanılmaya başlanmıştır. (Reddy, 2014).

Amerikan Orofasiyal Ağrı Akademisine göre (2008), bruksizm, gündüz ya da gece meydana gelen dişlerin gıcırdatılması veya sıkılmasını içeren parafonksiyonel bir aktivitedir (De Leeuw, 2008). Protez Akademisi (2005), bruksizmi, bir bireyin, istemsiz, ritmik ve sürekli olarak dişlerini gıcırdattığı veya sıkıdığı bir oral alışkanlık olarak tanımlar (Lavigne, 2008, Alharby, 2018).

Güncel tanımlama Lobbezoo ve arkadaşları (2013) tarafından yapılmıştır. Lobbezoo ve arkadaşlarına göre bruksizm diş sıkma veya gıcırdatma ve/veya mandibulanın itilmesi veya mandibulaya kuvvet binmesi ile karakterize tekrarlayan çene ve kas aktivitesidir.

3. BRUKSİZM SINIFLANDIRILMASI

Bruksizmin sınıflaması çeşitli kriterlere göre yapılmaktadır. (Winocur, 2003; de la hoz-aizpurua, 2011) Bu sınıflandırma aşağıdaki gibidir;

3.1 Ortaya çıktığı zamana göre

Bruksizmin sınıflandırılmasında en sık olarak bu sınıflama kullanılmaktadır (Winocur, 2003; de la Hoz-Aizpurua, 2011).

a. Uyanıklık bruksizmi (Diurnal bruksizm): Uyanık durumda ortaya çıkan bruksizm tipidir.

b. Uyku bruksizmi (Nokturnal bruksizm): Uyku sırasında ortaya çıkan bruksizm tipidir.

c. Birleşik bruksizm: Hem uyku hem de uyanıklık sırasında görülen bruksizm tipidir.

Uyku ve uyanıklık bruksizmi, etiyolojileri, patofizyolojileri, risk faktörleri ve yönetim planları farklı olan iki durumdur (Alharby, 2018). Uyanıklık bruksizmi uyanık bireylerde bilinçli veya bilinçsiz olarak diş sıkma veya daha nadir olarak da diş gıcırdatma şeklinde gözlenmektedir (Winocur, 2003). Uyanıklık bruksizminde, çene kasının istemsiz kasılması ve dişleri sıkma ön planda olup; dişleri birbirine sürtmeye ve/veya diş gıcırdatma daha seyrek olur (Şener, 2014). Genellikle birey diurnal bruksizminin farkında değildir (Shetty, 2011).

Uyku bruksizmi (Nokturnal bruksizm) ise, uyku sırasında yapılan elektromiyografik kayıtlarla teşhis edilebilen ritmik çiğneme kası aktivitesi ile karakterizedir (Huynh, 2009). Uyku bruksizmi olanların, genelde uykularından yakınmaları yoktur (Bader, 2000). Uyku bruksizmi, hem gıcırdatma tipi hem de sıkma tipi bir aktivite ile karakterize edilir; uyanıklık bruksizmi ise uyku bruksizminden farklı olarak sıkma tipi bir aktivite ile karakterizedir (Perlman, 2016). Yapılan bir çalışmaya göre uyanıklık bruksizminde diş sıkma sırasında ses hiç oluşmaz veya az bir şiddette oluşurken uyku bruksizminde %50 -60 oranında gürültülü bir gıcırdatma sesi oluşmaktadır (Saulue, 2015). Uyku sırasında gıcırdatma süresi 5 ila 38 dakika arasında olabilir (Demjaha, 2019). Nokturnal bruksizmin en sık rastlanan bruksizm tipi olduğu düşünülmektedir (Şener, 2014).

Uyku bruksizminin hangi koşullarda var olduğunu anlamak için uyku fazları ve bu fazların hangisinde daha çok bruksizm meydana geldiğinin bilinmesi önemlidir. Uyku, REM ve REM olmayan olarak iki aşamada incelenir. REM uykusu aktif uyku olarak tanımlanırken, REM olmayan uykunun birinci ve ikinci aşaması hafif, üçüncü ve dördüncü aşaması derin olarak adlandırılır. Her 90-110 dakikada bu döngü tekrarlanır (Peever, 2007). Bu döngü bir ultradiyen ritim örneğidir. Ultradiyen ritimler

bir günde birden fazla döngüsü olan ritimlerdir. Kalp hızı, solunum sayısı, mide hareketleri, yeme, içme, REM/non-REM uyku dönemleri ultradiyen ritime örnek olarak verilebilir. Elimizdeki bilgiler uyku bruksizmi ataklarının çoğunluğunun, non-REM uyku aşamaları olan 1 ve 2'de meydana geldiğini, sadece %10'unun REM uykusunda gerçekleştiğini göstermektedir (Huynh, 2006). REM döneminde bruksizm daha seyrek; ancak bu sıradaki bruksizm en çok zarar veren tiptir. Çünkü, REM döneminde spinal refleksler ve hasarı önleyen koruyucu çene refleksleri ile ağrı refleksleri baskılanmıştır. Böylece, çiğneme daha güçlü olur ve oluşacak hasar artar (Rugh, 1988).

Uyku bruksizmi, ilk süt dişi sürdükten 1 yıl sonra ortaya çıkabilmektedir ve daha sık olarak genç popülasyonda görülmektedir (Herrera, 2006).

Kısa süre önce uluslararası bir uzman grubu tarafından hem uyku hem de uyanıklık bruksizmini kategorize etmek için hem klinik hem de araştırma amaçlı yeni bir tanısal derecelendirme sistemi kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu derecelendirmeye göre, uyku ve uyanıklık bruksizmi, olası, muhtemel ve kesin olarak üçe ayrılmaktadır. Olası uyku/uyanıklık bruksizmi yalnızca kişinin kendi bildirimine dayalıdır; muhtemel uyku/uyanıklık bruksizmi öz bildirim ve klinik belirti; kesin uyku bruksizmi, öz bildirim, klinik belirti ve polisomnografi (tercihen ses/video kayıtlarıyla birlikte), kesin uyanıklık bruksizmi ise öz bildirim, klinik belirti ve elektromiyografi bulgularına bağlıdır (Lobbezoo, 2013).

3.2. Etiyolojisine göre;

a. İdiyopatik (Birincil) bruksizm: Herhangi bir medikal durumdan bağımsız olarak ortaya çıkan bruksizm tipidir.

b. İyatrojenik (İkincil) bruksizm: Medikal problemler, nörolojik veya psikiyatrik bozukluklar (depresyon, şizofreni gibi), uyku bozuklukları veya ilaç kullanımı ile ilişkili olarak ortaya çıkan bruksizm tipidir. (Winocur, 2003, Lavigne, 2008, de la Hoz-Aizpurua, 2011, Demjaha, 2019)

3.3 Motor aktivite tipine göre:

a. Tonik kasılmaların olduğu bruksizm: Kas kasılmasının iki saniye-den fazla sürdüğü bruksizm tipidir.

b. Fazik kasılmaların olduğu bruksizm: Kas kasılmasının 0,25 ila 2 saniye arasında sürdüğü ardışık üç veya daha fazla elektromiyografik aktivite patlamasıyla tekrarlandığı bruksizm tipidir.

c. Kombine bruksizm: Tonik ve fazik kasılmaların birlikte olduğu bruksizm tipidir.

Uyanıklık bruksizminde genel olarak tonik motor aktivite görülmektedir. Uyku bruksizminin ise yaklaşık %90'ı fazık ve kombine motor aktivitesine sahiptir (de la Hoz-Aizpurua, 2011).

3.4 Gerçekleştığı döneme göre:

- a. Geçmişte görülen bruksizm
- b. Şimdiki zamanda görülen bruksizm olarak sınıflandırılmaktadır.

4. BRUKSİZM EPİDEMİYOLOJİSİ

Uyku bruksizminin prevalansının genel popülasyonun yaklaşık %8-13'ü olduğu düşünülmektedir (Lavigne, 1994, Lavigne, 2008, Manfredini, 2013). Uyku bruksizmi prevalansı, çocuklarda daha yüksek oranda görülürken (%14-18), yaşla birlikte görülme sıklığı azalmaktadır (Lavigne, 2001). Yetişkinlerde uyku bruksizminin görülme sıklığı yaklaşık %8 (%5-10) olarak bildirilmiştir (Manfredini, 2013).

Uyanıklık bruksizmi uyku bruksizminden daha yaygındır; Bir sistematik derlemede %22,1-31 arasında bir prevalans bildirilmiştir (Manfredini, 2013). Yetişkinlerde uyanıklık bruksizminin prevalansı kimi çalışmalarda %20 kimi çalışmalarda %80-90 olarak bildirilmiştir (Kato, 2003, Lavigne, 2003, Carra, 2012). Ancak kişi farkında olmadığı için gerçek sıklığını bilmek zordur.

Bruksizm, her iki cinsiyette eşit olarak görülmektedir. Genç bireylerde daha sık görülmekle birlikte, yaşla birlikte görülme sıklığı azalmaktadır (Bader ve Lavigne 2000). Çalışmaların çoğunda uyku ve uyanıklık bruksizminin ayrı ayrı değerlendirilmediği görülmüştür (Motegi, 1992, Strausz, 2010, Carra, 2012). Bu yüzden uyanıklık bruksizmi için bilinen prevalans oranları, uyku ve uyanıklık bruksizminin 1/3 oranında birlikte görüldüğü bilgisinden hareketle tahmini olarak ifade edilmektedir (Carlsson, 2003).

4.1 Çocuklarda Bruksizm Epidemiyolojisi

Çocuklarda uyanıklık bruksizminin görülme sıklığının yaklaşık %12 olduğu (Motegi, 1992, Strausz, 2010, Carra, 2012) ve bu oranın yaşla birlikte arttığı bildirilmiştir (Egermark, 2001). Uyku bruksizminin ise çocuklar arasında yetişkinlere kıyasla daha yaygın olduğu (Beddis, 2018) ve yaygınlık oranlarının %13 ile %49 arasında değiştiği gösterilmiştir (Alfano, 2018). Sousa tarafından yapılan bir araştırmada ergenlerde uyku bruksizminin insidansının %22,2 olduğu ve erkek ergenlerde prevalansın daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Sousa, 2018). Ek olarak, araştırmalar bruksizm insidansının yaklaşık dokuz, on yaşına kadar azaldığını göstermiştir ki bu da bruksizmi olan çocukların çoğunun ergenlik ve yetişkinlik döneminde bu aktiviteyi sergilemeyeceği inancını desteklemektedir (Firmani, 2015, Guaita, 2016). Özge ŞENTÜRK'ün yaptığı tez çalışmasında bruk-

sizm ile yaş ilişkisi araştırılmış olup; 3-5 yaş grubunun (süt dişlenme dönemi) %60'ında, 6-10 yaş grubunun (karışık dişlenme dönemi) %33,3'ünde şiddetli seviyede bruksizm gözlemlendiği ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Uyku bruksizminin bebeklikte ilk keser dişlerin sürmesiyle başlayabileceği ancak genellikle 4-8 yaşlarında başladığı bildirilmiştir (Huynh, 2009). Uyku bruksizmi prevalansı okul öncesi çağındaki çocuklarda %5-9 (6-10 yaş), daha büyük okul çağındaki çocuklarda %2-4 (11-12 yaş) ve gençlerde %3 (13-17 yaş) civarında değişmektedir (Huynh, 2015). Bu bulgular uyku kayıtları gibi bir nicel veri olmaksızın ebeveyn ve kişisel bildirim dayanmaktadır (Huynh, 2015). Başka bir çalışmada da çocuklarının uyku bruksizmi geçmişi ile ilgili olarak anne-babalara yapılan anket çalışmasının sonucunda, 2,5 yaş civarında bu oran %10,4 iken 6 yaş grubunda %32,6 olarak bildirilmiştir. 12 yaş altı çocuklarda görülme sıklığı ise genellikle %3,5-40,6 arasında değişmektedir (Lobbezoo, 2006, Manfredini, 2013). Uyku bruksizmi insidansının 10 ila 14 yaş arasında en yüksek olduğu ve daha sonra azaldığı bildirilmiştir (Restrepo, 2017). Çalışmalar cinsiyetler arasında fark olmadığını göstermektedir. Ancak bazı çalışmalarda kız çocuklarının daha çok etkilendiği de bildirilmiştir (Lavigne, 1994, Bayardo, 1996, Huynh, 2009, Manfredini, 2013). Çocuklarda bruksizm sıklığının eşlik eden bir psikolojik bozukluk varlığında, 3-6 kat, uyku sırasında salya kontrolü olmayanlarda 1-7 kat, uyurgezerlik durumunda ise 1-6 kat arttığı bildirilmiştir (Saulue, 2015). Ayrıca, çocukların yatmaya ebeveynle gitme istekleri ve uykuya geçerken onlardan ayrılma kaygısı, uyku bruksizmlili olmayanlara göre uyku bruksizmlili çocuklarda anlamlı olarak daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Bayardo, 1996).

Lira ve arkadaşlarının (2020) çalışmasında 2 ila 6 yaş arasındaki 370 çocukta bruksizm prevalansı erkeklerde baskın olmak üzere %28,3 çıkmıştır. Clementino ve arkadaşları (2017) ve Alves ve arkadaşları (2019) da sırasıyla %32,4 ve %25,2 gibi yaklaşık değerler bulmuşlardır. İnsana ve arkadaşları (2012) Kentucky-ABD'de okul öncesi çocukları üzerinde yaptıkları çalışmada, erkeklerde daha sık olmak üzere %36,8 gibi yüksek bir yaygınlık bulmuşlardır. Karışık dişlenme dönemindeki daha büyük çocukları içeren Drumond ve arkadaşları (2018) ve Feitosa ve arkadaşlarının (2016) araştırmalarında ise sırasıyla %40 ve %53,2 gibi daha yüksek prevalanslar bulunmuştur.

Ayrıca, Simões-Zenari ve Bitar (2010) dudak ısırma alışkanlığı olan çocukların bruksizm için beş kat daha fazla risk sergilediklerini gözlemlemişlerdir. Miamoto ve arkadaşları (2011), emme alışkanlığı olan bireylerde uyku bruksizmi görülme olasılığının dört kat daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

5. BRUKSİZM ETİYOLOJİSİ

Çocuklarda bruksizm etiyojisi multifaktöriyeldir (Seraj, 2010, Mut-hu, 2015, Oliveira, 2015). Bu faktörler şöyle sıralanmaktadır:

5.1 Lokal Faktörler

Dental oklüzyon, orofasiyal iskelet anatomisi ve postür, bruksizm etiyojisindeki lokal faktörler arasında yer almaktadır (Camoin, 2017, Demjaha, 2019). Oklüzyon, temporomandibular sistem kaslarının işlevini etkiler. Bu nedenle, oklüzyondaki herhangi bir değişiklik, TME yapıları ve çene kaslarını da etkileyecektir (Aguilera, 2017). Ayrıca, küçük çocuklar-da, bruksizmin, çiğneme ile ilgili nöromüsküler sistemin olgunlaşmamış olmasının bir sonucu olabileceğine dair kanıtlar da vardır (Antonio, 2006).

Maloklüzyon, yüksek restorasyonlar, erken temas, süt ve daimi diş-lerin atipik erüpsiyonu, diş mobilitesi, diş eti hiperplazisi, dudakların deformasyonu, dental kistler bruksizme sebep olabilmektedir (Demjaha, 2019). Oklüzal düzensizlikler (örn., kapanış ve interkuspal pozisyon ara-sında kayma), geçmiş yıllarda bruksizmin en yaygın nedeni olarak kabul edilmiştir (Ramfjord, 1961, Sarı, 2001, Sarı, 2002). Son zamanlarda ise, oklüzyonun bruksizm etiyojisindeki rolü tartışmalı hale gelmiştir. Çünkü deneysel olarak oluşturulan deflektif oklüzal kontakların bruksizm ortaya çıkarmadığı gösterilmiştir (Negoro, 1998).

Bazı yazarlar, uyku bruksizminin hipoplastik maksilla ve mandibula ile ilişkili göreceli makroglossi ile ilgili olabileceğini bildirmişlerdir. Bu-nunla ilişkili olarak Trizomi 21 olan çocuklarda uyku bruksizmi görüle-bilmektedir. Hava yolu boşluğunun azalmasına yol açan diğer sert doku anomalileri (mikrognati) veya yumuşak doku hastalıkları (makroglossi-ler), bruksizmin dolaylı risk faktörleri olarak kabul edilmektedir (Camoin, 2017).

Daha ön ve aşağı yönde konumlanmış baş postürleri ve kambur boyun uyku bruksizimli çocuklarda spesifik olabilmektedir. Bu postür hava yolu boşluğunu etkileyerek uyku bruksizimli çocuklarda parafonksiyonların etiyojisinin bir parçası olabilmektedir. Ayrıca bu baş postürü, çiğneme kaslarında hipertrofi teşhis edilen hastalarda ve daha endişeli bireylerde görülen postüre benzemektedir ve her iki durum da bruksizm ile ilişkilidir (Vélez, 2007).

5.2 Sistemik Faktörler

Bağırsak parazitleri, kontrolsüz enzimatik sindirim, magnezyum ve vitamin eksiklikleri, ilaçların yan etkileri, gastrointestinal bozukluklar, beslenme yetersizliği, endokrin sistem bozuklukları, Down sendromu, be-yin hasarı, zihinsel gerilik, merkezi felç bruksizme neden olan sistemik

faktörler arasında gösterilebilir (Lopez-Perez, 2007, Muthu, 2015, Demjaha, 2019).

Bruksizm, Down sendromlu çocukları birçok yönden olumsuz etkilemektedir. Uyku kalitelerini, diş estetiğini ve stomatognatik sistem fonksiyonlarını tehlikeye atabilmektedir (Ella, 2017). Down Sendromlu bireylerde obstrüktif uyku apnesi ve bruksizm gibi uyku bozuklukları oldukça yaygındır. Bu çocuklarda, mevcut veya sendromla ilişkili fiziksel ve psikiyatrik durumlar uyku bozukluklarına neden olabilmektedir (Stores, 2013, Ruy Carneiro, 2018).

Bağırsak parazitlerinin etken olarak değerlendirilmesi konusunda literatürde bir görüş birliğine varılmadığı görülmektedir. Parazitler enfeksiyonlarla bruksizm arasında ilişki olduğunu gösteren ampirik kanıtlar olmamakla birlikte (Van Rensburg, 1997); çocuklarda bruksizm ve bağırsak parazitleri arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda *E. vermicularis*, *G. lamblia*, *A. lumbricoides*, *Schistosoma matthei* (S. matthei), *H. nana* gibi parazitlerin semptomları arasında bruksizmin olabileceği bildirilmektedir (Van Rensburg, 1997, Waikagul, 2002, Astal, 2004, Jacobsen, 2007, Menezes, 2008)

Parazitlerin, yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarında salınan ve toksik etkileri olan non-spesifik proteinler olarak da bilinen metabolitler aracılığıyla bruksizme sebep olduğu bulunmuştur (Craig, 1970). Ahmad (1986), bruksizmde bağırsak parazitlerinin mutlak bir etken olarak düşünülmesi gerektiğini; Tehrani ve arkadaşları (2010,2013) da istatistiksel olarak parazitik enfeksiyonlarla bruksizm arasında belirgin bir bağlantı olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık, bruksizm ile bağırsak parazitlerine ait enfeksiyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmediğini, ancak daha geniş bir örneklem grubuyla yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu da bildirilmiştir (Díaz-Serrano, 2008).

5.3 Genetik Faktörler

Uyku bruksizminin genetik olarak aktarıldığını öne süren teoriler çoğunlukla monozygotik ikiz popülasyonlarının anketlerini, analizlerini veya diş aşınmalarını temel alan çalışmalara dayandırılmaktadır (Hoz-Aizpurua, 2011). Bu çalışmalar, bireylerin %20 ile %50'sinin uyku bruksizmi olan bir akrabaya sahip olduklarını bildirmiştir (Hoz-Aizpurua, 2011). Monozygotik ikizlerde bu ilişki özellikle önemlidir (Hublin, 1998). Bruksizmi olan bir ebeveynin çocuğunda bruksizm alışkanlığının görülme ihtimalinin 1,8 kat daha fazla olduğu da gösterilmiştir (Rintakoski, 2010, Carra, 2012). Serra-Negra ve ark (2013), pediatrik diş hekimliği kliniğindeki çocukların ebeveynlerinin arasında uyku bruksizmi olanların %62,9'unun çocuklarında da bruksizm olduğunu bildirmiştir.

Gelecekteki araştırmaların, uyku bruksizmi ile bir ilişkisi olabilecek genlerin ve proteinlerin keşfedilmesine yönelik olacağı düşünülmektedir (Hoz-Aizpurua, 2011).

5.4 Psikolojik Durum ve Stres

Bruksizm, çevresel strese anksiyete yanıtı olarak tanımlanmaktadır. DeneySEL koşullarda psikolojik stres artırılınca, çiğneme kasında elektriksel aktivitenin arttığı gösterilmiştir. Stresli ve yorucu günlerden sonra da bruksizmde artış gözlenmiştir (Pignitore, 1991).

Uyku bruksizminin etiolojisinde başlıca faktör, emosyonel strestir (Takemura, 2006). Bruksizmin psikolojik temelini araştıran çalışmalarda anksiyete ile ilgili güçlü ilişkiler elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, bruksizmi olanlar, psikolojik ve psikiyatrik yönden iki alt gruba ayrılmıştır. İlk grup “gergin bruksizmliler” olup, öfkeli ve duygusal bozukluklara daha yatkın kişilerdir. İkinci grup “gergin olmayan bruksizmliler” olarak adlandırılmıştır ve içsel kontrolleri daha fazla olan, disforik, depresif, obsesif özellikleri olan bireyler oldukları öne sürülmüştür (Pignitore, 1991).

Çocuklarda hiperaktivite, dikkat eksikliği, uyuklama, zayıf okul performansı gibi davranışsal problemler bruksizm ile ilişkilendirilmiştir (Alencar, 2017). Çocuğun günlük hayatındaki, kardeş doğumu, temizlik gibi ev işlerine dahil olmak veya okula başlamak gibi olaylar çocuk için önemli olan konular arasındadır. Sorgulanan ebeveynlerin %34’ü, uyku bruksizmini bu olaylardan biriyle ilişkilendirmektedir. Kırılgan ve duygusal açıdan dengesiz çocukların kaygılarının bir sonucu olarak uyku bruksizmi sıklıkla görülmektedir (Camoin, 2017). Oliveira ve ark (2015), yaptıkları bir çalışmada, bruksizmi olan çocukların daha huzursuz olduğunu, okul hakkında endişelerinin daha fazla olduğunu ve bruksizmi olmayan çocuklara göre daha fazla spontan unutkanlık ve hafıza boşlukları şikayetleri olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu, ebeveynleri iyi notlar, ev ödevleri ve ev işleri konusunda ısrar eden çocukların, dış gıcırdatma ve sıkma gibi parafonksiyonel alışkanlıkların başlamasına izin veren duygusal savunma mekanizmaları geliştirebileceklerini öne süren önceki çalışmalarla uyumludur (Bouden, 2002, Antonio, 2006). Serra-Negra ve ark (2013), yaptıkları bir çalışmada, nevroitiklik skorları yüksek olan çocukların uyku bruksizmine daha yatkın olduklarını bulmuşlardır. Nevrotiklik, bir bireyin olumsuz duygulara yatkınlığı ile karakterize edilir (Mansur-Alves, 2010).

Uyku bruksizimli çocukların ve yetişkinlerin idrarında stres düzeyiyle ilişkili olan katekolamin seviyesinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Vanderas, 1999, 2002). Ayrıca uyku bruksizimli hastaların stres durumlarını tolere etme ve tepki verme kapasitelerinde bir eksiklik olduğu düşünülmektedir (Schneider, 2007). Herhangi bir bruksizm türü olan çocuklar, duygusal belirtilerden, davranış problemlerinden, akran problemlerinden

ve hiperaktiviteden oluşan tüm Somatoform Dissosiyasyon Anketi (SDQ) alt ölçeklerinde çok daha yüksek puan almışlardır. Depresyon ise hiçbir bruksizm sınıfıyla anlamlı bir şekilde ilişkili bulunmamıştır (D'Urso, 2015). Çevre/ortam, ebeveynlerin ayrı olması gibi durumların çocuklarda stres kaynağı olabileceği ve bruksizme neden olabileceği bildirilmektedir (Antonio, 2006). Bu bulgular, bruksizmi olan bir grup insanda daha yüksek bir anksiyetenin varlığını ortaya koyan Kampe ve ark. (1997) tarafından da desteklenmektedir.

Alternatif olarak, uyku bruksizmi, gündüz gerçekleşen ve gece devam edebilen bir tik, bir refleks olarak da değerlendirilmiştir. Uyku bruksizminin fizyopatolojisinde yer alan psikososyal faktörleri daha iyi anlayabilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

5.5 Aile Yaşantısı ve Yaşam Kalitesi

Çocukların demografik, klinik ve psikolojik özelliklerinin yanı sıra aile ortamı da çocuklarda uyku bruksizminin ortaya çıkmasında önemli bir faktör olarak görülmektedir. Son zamanlarda yapılan bir araştırma, İtalya'daki boşanmış ebeveynlerin çocukları arasında uyku bruksizmi prevalansının daha yüksek olduğunu bulmuştur (Rossi, 2013). Castelo ve ark (2010) tarafından yapılan bir çalışmada da küçük yaşta anne olan bireylerin çocuklarında uyku bruksizmi görülme olasılığının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Anneleri daha yüksek eğitim seviyesine sahip olan çocuklar arasında uyku bruksizminin daha yaygın olduğu görülmüştür (Drumond, 2017).

Özge İrem Can tarafından 2019 yılında yapılan tez çalışmasında bruksist çocukların anne ve babalarının eğitim seviyelerinin daha yüksek olduğu, ailenin mevcut aylık gelirinin daha yüksek olduğu ve ailedeki çocuk sayısının daha az olduğu görülmüştür.

5.6 Uyku Bozuklukları ve Hava Yolu Problemleri

Uyku bruksizmi, uyku ile ilgili bir hareket bozukluğu olarak tanımlanmıştır ve diğer uyku bozuklukları ile ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (Serra-Negra ve ark 2014). Uyumakta güçlük çeken bireylerde daha sık görülmektedir. Uyku bruksizminin vücut hareketleri, artmış kalp atım hızı ve solunum değişiklikleri ile birlikte ortaya çıkan karmaşık bir sinir sistemi uyarma tepkisi olabileceği de düşünülmektedir (Sousa, 2018).

Bruksizme eşlik ettiği bildirilen uyku bozuklukları arasında obstrüktif uyku apnesi, parasomni, huzursuz bacak sendromu, oral mandibular miyoklonus (istemsiz seyirme) ve hızlı göz hareketi bulunmaktadır (Oliveira, 2015). Horlama, obstrüktif uyku apnesi gibi solunumsal uyku bozuklukları görülen çocukların yarısından fazlasında bruksizm bulunduğu bildirilmiştir (Lamberg, 2008).

Obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS); uyku esnasında üst hava yolunun tekrarlayan tıkanmaları ile seyreden bir klinik tablodur (Carter, 2014). OUAS'ın, bruksizmi tetikleyen bir risk faktörü olduğu kabul edilmektedir. Uyku bruksizmi sırasında ritmik çiğneme kası aktivitesinin, üst sindirim kanalını kayganlaştırdığı ve hava yolu açıklığını artırdığı öne sürülmüştür (Ferreira, 2015). OUAS'lı çocukların uyku esnasında daha sık uyandığı ve mikro uyarılma sayılarının arttığı görülmüştür. Çocuklar, hem mikro uyarılmalara yanıt olarak hem de üst hava yolu tıkanıklığına fizyolojik bir tepki olarak dişlerini gıcırdatmaktadırlar. Bu sayede daha iyi nefes alabildikleri düşünülmektedir (Fonseca, 2011, Carra, 2012). Bu durumda bruksizmin, uyku apnesi karşısında vücudun hayatta kalmak için başlattığı bir “refleks” olabileceği düşünülmektedir (Camoin, 2017). Solunum eksikliği, uyku sırasında daha fazla mikro uyarılma sıklığına neden olabilir. Dolaylı olarak uyku bruksizmi ile uyku bölünmesinin ilişkili olduğu düşünülmektedir (Eckert, 2014).

Bunların yanında gece uyanmaları, davranış ve dikkat eksikliğine sebep olabilmektedir (Beebe, 2004). Davranış ve dikkat eksiklikleri olan çocukların, bruksizme daha yatkın oldukları ve uyku düzeninde daha fazla bozulma yaşadıkları bildirilmiştir (D'Urso, 2015).

Şaziye GENÇ (2020) tarafından yapılan tez çalışmasında uyku bruksizmi olduğu belirlenen, 3-12 yaş aralığındaki çocuklarda uyku davranışlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Uyku bruksizimli çocuklar ile sağlıklı çocuklar kıyaslandığında; yatma zamanına olan direnç, uykuya dalmanın gecikmesi, uyku süresi, uyku kaygısı, gece uyanmaları, uykuda solunumun bozulması ve gün içinde uykululuk davranışları açısından iki grup karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte, parasomnilerin (uykuya geçiş esnasında, uyku içinde ve uykudan uyanırken ortaya çıkan istenmeyen fiziksel olaylar) uyku bruksizimli çocuklarda daha yüksek oranda görüldüğü ve sağlıklı çocuklara kıyasla aralarında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

5.7 Nörotransmitterler, Hormonlar ve İlaç Kullanımı

Periferik sinir sistemi uyku uyanıklık mekanizmasını etkileyerek bruksizmi tetikleyebilmektedir. Ancak asıl santral (serebral korteks) ve/veya otonomik (kardiak) sinir sisteminin bruksizm oluşumunda etkili olduğu öne sürülmektedir (Kato ve ark. 2003). Uykuda ritmik çene hareketlerini artıran başlıca nörokimyasallar CCK (kolsistokininin), adrenalin ve noradrenalin, serotonin, glutamat/NMDA, histamin, VIP, P maddesi ve anjiotensindir. (Lavigne, 2003).

Ayrıca bazı ilaçlar bruksizmi tetikleyebilmektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Dopaminerjik ve antidopaminerjik ilaçlar: Merkezi dopaminerjik sistemin, uyku bruksizmiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Dopamin antagonist ilaçların bruksizmi tetikleyici veya mevcut olan bruksizmi kötüleştirici etkileri olduğu düşünülmektedir (Micheli, 1993, Kasantikul, 2007).

2. Antidepresan (AD) ilaçlar: Merkezi sinir sisteminde serotonin transmisyonunun artışı ile ilişkili olarak Seçici Serotonin Geri Alım İnhibitörü (SSRI grubu) ilaçlarla bruksizm arasında nedensel bir ilişki olabileceği öne sürülmüştür (Lavigne, 1994). Winocur ve ark (2003) da Venlafaksin ve SSRI sınıfı antidepresanların bruksizmi artırdığını bildirmişlerdir. Literatürde bu konuda kontrollü çalışma bulunmamakla birlikte genelde kabul edilen görüş bu ajanların var olan bruksizmi ağırlaştırdıkları yönündedir (Kuloğlu, 2009).

3. Sedatif ve anksiyolitik ilaçlar: Stresin bruksizmi tetiklediği yönündeki genel kanıyla anksiyolitik etkili ilaçların bruksizmi ortadan kaldırıcı etkisi ile ilgili bulgular çelişkilidir. Diazepamın bruksizmi azalttığı yönündeki bulgulara (Winocur, 2003) karşın genel olarak benzodiazepinlerin bruksizmi arttırabileceği de düşünülmektedir (Yager, 2005).

4. Alkol ve diğer bağımlılık yapan maddeler: Alkol alımının bruksizmi artırdığı bilinmektedir (Winocur, 2003, Yager, 2005).

Nikotinle ilgili yapılan bir çalışmada, sigara kullananlarda bruksizmin daha sık olduğu gözlenmiştir (Lavigne, 1997, Madrid, 1998). Pasif içiciliğin 7-11 yaş arası çocuklarda uyku bruksizmi ile büyük oranda ilişkili olduğu kanıtlanmıştır. Duman veya nikotine maruz kalma trigeminal bazal maddeleri aktif hale getirebilir ve bu durumda trigeminokardiyal reaksiyonların ortaya çıkması muhtemeldir. Bu reaksiyonlar, uyku bruksizminin patogenezinde önemli bir rol oynar (Bindu, 2017).

Kafein ile ilgili iki çalışma olup, bir çalışmada bruksizmi artırıcı etkisi bildirilirken, diğerinde etkisiz olduğu söylenmiştir. Ohayon ve ark (2001) kafein kullanıcılarının bruksizm açısından yüksek risk taşıdıklarını öne sürmüşlerdir. Bastien ve ark (1990) kafein ve plasebo alan kişilerde yaptıkları kontrollü çalışmada bruksizmle ilişkili masseter kası aktivitesi açısından anlamlı bir farklılık bulamamışlardır.

5.8 Alerjiler ve Alerjik Astım

Bruksizm, alerjik süreçler, astım ve solunum yolu enfeksiyonu nedeniyle olabilmektedir. Bruksizmin, iştme tüplerinin mukozasının alerjik ödeminin neden olduğu orta ve/veya iç kulaktaki negatif basınç artışı nedeniyle merkezi sinir sisteminin bir refleksi sonucu ortaya çıkabileceği düşünülmektedir (Grechi, 2008, D'Urso, 2015).

Marks (1980), alerjisi olan çocuklarda uyku bruksizminin 3 kat daha yaygın olduğunu bildirmiştir. Alerjik bir çocuk uyku sırasında ağız solunumu yapar ve ağız kuruluğu ortaya çıkar. Buna bağlı olarak tükürük miktarı ve yutma ihtiyacı da azalır. Yutma uykuda azalsa bile uyku sırasında timpanik boşluklar üzerindeki basıncı dengeleyen tek fonksiyon olacaktır ve refleks olarak bruksizme olan eğilim artacaktır. Bu nedenle, bruksizm, burada östaki borusunu görev dışı bırakarak, uyku sırasında bu basınçları dengelemenin tek yolu olmaktadır (Grechi, 2008, Camoin, 2017)

6. BRUKSİZMDE KLİNİK BELİRTİ VE SEMPTOMLAR

Bruksist parafonksiyonel kuvvetlerin çiğneme sisteminin tolerans eşliğini aştığı durumlarda, çiğneme sisteminin fonksiyonel dengesi değişebilmektedir (Hoz-Aizpurua, 2011). Hastalar, eşler, ebeveynler veya kardeşler tarafından rapor edilen diş gıcırdatma sesleri bruksizmin patognomonik bir belirtisidir (Hoz-Aizpurua, 2011).

Uyku bruksizmiyle ilişkili olarak temporomandibular bölgede baş ağrısı, çiğneme ve servikal kaslarda ağrı, sabahları sırt, omuz veya göğüste ağrı ve sertlik, temporomandibular eklem hassasiyeti, masseter kas hipertrofisi, kas aktivitesinde artış (polisomnograf ile kaydedilen), sabah uyandıktan sonra hastanın ağzını açma kapasitesinin azalması, kötü uyku kalitesi ve yorgunluk gibi semptomlar gözlenmektedir (Demjaha, 2019, Massignan, 2019). Diğer sık görülen bulgu ise, miyofasiyal ağrı ve gerilim tipi baş ağrısıdır. (Rugh, 1988).

Artmış diş mobilitesi, dişlerde hassasiyet, diş aşınması, dişlerde ve/veya restorasyonlarda kırık varlığı, diş eti çekilmesi, ısırma düzlemi boyunca belirgin bir şekilde linea alba'nın izlenmesi, dilde diş izleri de bruksizmin oral bulguları arasında sayılabilir (Hoz-Aizpurua, 2011).

Çocuklarda bruksizmin sonuçları; anormal diş aşınması, diş kırığı, artan diş hassasiyeti, diş minesinin hafif veya şiddetli erozyonu, dişlerde hipermobilité veya periodontal ligament yaralanması, kırık tüberkül tepeleri, pulpitis, pulpa nekrozu ve diş etlerinin iltihabı, diş eti çekilmesi, alveoler kemik rezorpsiyonu, çürüksüz servikal lezyonlar ve temporomandibular bozukluklar şeklindedir (Hoz-Aizpurua, 2011, Alfaya, 2015, D'Urso, 2015). Dişlerini gıcırdattığını bildiren hastalarda, TME'de "klik" sesi, çenede kilitlenme, çene kas yorgunluğu, rahatsız edici oklüzyon ve esneme zorlukları yaşama riskinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Carra, 2011). Alamoudi (2001), okul öncesi çocuklarda oklüzal aşınmalar, TMD semptomları ve ağız açma sırasında oluşan deviasyon arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte çocuklarda bruksizmin prevalansı, ilerleyen yaşla birlikte azalma eğiliminde olduğundan temporomandibular bozuklukları tetikleyecek kadar uzun ve şiddetli değildir (Alencar, 2017).

Uyku bruksizminin belirti ve semptomları hastadan hastaya farklılık göstermektedir. Uyku bruksizimli hastaların bazılarında bu olumsuz etkilerden hiçbiri de mevcut olmayabilmektedir (Massignan, 2019).

7. BRUKSİZMDE TEŞHİS

Bruksizmin teşhisinde anketler, klinik muayene, elektromiyografi ve polisomnografi (uyku bruksizmi teşhisi için altın standart) kullanımı önerilmektedir. Uyku bruksizminin tanısında ideal yöntemin Polisomnografi (PSG) tetkiki olduğu bildirilmiştir (Senel, 2015). Polisomnografi (PSG), tüm gece boyunca, laboratuvar ortamında elektrotlar ve sensörler yardımıyla, fizyolojik olayları kaydeden, uyku bozukluklarının tanı ve çalışmasında kullanılan bir sistemdir (Trindade, 2014). Elektrotların masseter ve temporal kaslara yerleştirilmesiyle bilgi sağlanır (de Freitas, 2014). Amaç ritmik mandibular hareketlerin sıklığının belirlenmesidir. PSG, güvenilir bir yöntem olmasına rağmen sadece bruksizmin aktif döneminde etkili olmaktadır. Aktif fazda olmayan bir günde uygulandığında tanı yanlış olabilmektedir (Trindade, 2014). Hastanın cihaza bağlı olarak bir gece boyunca hastanede kalması gerekmektedir. Yüksek maliyet, düşük kullanılabilirlik ve teknik gereksinim eksiklikleri PSG kullanımını sınırlamaktadır (Aurora, 2012, Sousa, 2018). Ayrıca, çocukların uyku laboratuvarına girme isteksizliği bu tekniği küçük çocuklar için zahmetli kılmaktadır (Muthu, 2015, Restrepo, 2017). Bu nedenle, çocuklarda uyku bruksizminin teşhisi, genellikle ebeveynlerin/bakıcıların, uyku sırasında çocuklarından duydukları diş gıcırdatma sesleri raporlarına dayanmaktadır (Duarte, 2019).

Diğer bir tanı yöntemi doğrudan görsel gözlemlerle ordinal skala kullanılarak, oklüzal apareyler yardımıyla veya dijital görüntü analiz programları kullanılarak diş dokularındaki aşınmanın değerlendirilmesidir (Pierce, 1989, Haketa, 2004, Al-Omiri, 2006) Patolojik oklüzal aşınma çoğu zaman uyanıklık bruksizmi veya uyku bruksizmi sırasındaki parafonksiyonel hareketlerle ilişkilidir ve bruksizmden kaynaklanan aşınma, düzleşmiş oklüzal yüzeylere yol açarak alveolar procesin genişlemesine ve yatay oklüzal hareket alanının artmasına neden olmaktadır (Resrtrepo, 2008). Bruksizm kaynaklı diş aşınmaları genellikle izole bir diş grubundan ziyade genel dişlenmede görülmektedir (Abe, 2009). Aşınmanın varlığı, kesin olarak bruksizm varlığını göstermez. Tükürük miktarındaki ve niteliğindeki değişimler, asit atakları veya doku direncinin azalmasıyla ortaya çıkan bazı majör erozyon tiplerinin sebep olduğu aşınma ile karıştırılmamalıdır. Ayırıcı tanıda gastroözofageal reflü, indükte kusma ile birlikte bulimia ve anoreksiya gibi psikiyatrik bozuklukların neden olduğu endojenik erozyon da dikkate alınmalıdır. Astım ataklarının tedavisinde kullanılan bazı aerosol spreyleri de eroziv lezyonlara yol açabilmektedir. Süt dişlenmedeki fizyolojik aşınmada ayırıcı tanıda dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Durumla ilgili kesin kanıya varabilmek için hastanın tıbbi geçmişinin, alçı

modellerinin ve ağız içi fotoğraflarının yakından incelenerek, bruksizm kaynaklı olup olmadığının incelenmesi önerilmektedir (Saulue, 2015). Bir diğer önemli nokta ise, diş yüzeyinin aşınması için gereken süredir, yeni başlamış veya sonlanmış bir bruksizm durumunda diş aşınmalarına bakarak bruksizmi teşhis etmeye çalışmak yanıltıcı olabilir. Çünkü ağız içinde dişlerde var olan aşınma alanları, geçmişte varolan ancak artık sonlanmış bruksizm nedeniyle olabilir. Diş aşınması, bruksizmin farklı formlarını (uyku-uyanıklık; yeni başlamış veya sonlanmış) ayırt etmek için de yeterli olmamaktadır (Abe, 2009).

Bruksizm hastanın kendisinden veya ebeveynlerinden bilgilerin anketler aracılığıyla alınması ve anamnezin netleştirilmesiyle de teşhis edilebilir. Özellikle çocuk ve adölesan çalışmalarında uyku bruksizminin teşhisi ve prevalansını belirlemek için ebeveynlerden alınan bilgilerle veriler netleştirilmektedir (Huynh, 2009). Tanıya yönelik klinik görüşmede diş hassasiyeti, gıcırdatma hikayesi ve antidepresanlar veya antipsikotikler gibi rekreasyonel ilaçlarla ilgili sorular da sorgulanmalıdır. Uyku bruksizmi tanısı genellikle hasta uykudayken gıcırdatma sesini duymuş bir kardeş veya ebeveynler tarafından desteklenmektedir. Yatak odasının kapısını açık tutan ebeveynler, kapalı tutanlardan 1,7 kat daha fazla bruksizm insidansı rapor ederler. Baş ağrısı olan çocuklarda (%23,3) bruksizm prevalansının baş ağrısı olmayan çocuklardan daha yüksek (%16,5) olduğu rapor edilmiştir (Carra, 2012).

Klinisyen, eklem disfonksiyonunun veya diğer eklem hastalıkları tiplerinin neden olduğu ağrıyı elimine etmek için baş ve boyundaki kasların palpasyonu ve oral mukoza muayenesini (dişlerin ya da yanakların iç tarafındaki ya da dilin yan tarafındaki girinti ve çıkıntılar) dikkate almalıdır. Masseter kaslarının hipertrofisi, diş sıkma veya gıcırdatmayı gösteren dolaylı bir işaret olarak dikkate alınmalıdır. Ayrıca, klinisyen uyku bruksizminin teşhisi için uykuda solunum bozukluğuna yol açabilecek retrognati, mikrognati, makroglossi, tonsil hipertrofisi gibi durumları da tanımlamalıdır (Carra, 2012). Ayrıca, hastanın solunum alışkanlıkları (ağız solunumu, burun solunumu) ve davranışları (ajite, endişeli) da gözlemlenmelidir (Saulue, 2015).

Portatif elektromiyografi (EMG) izleme sistemleri, uyku bruksizminin teşhisinde yardımcı olabilecek diğer bir cihaz tipidir. Bunlar, maliyet avantajına ve hastanın düzenli uyku ortamında birden fazla kayıt yapma özelliğine sahiptir (Harada, 2006). Fakat ses/video kaydı olmadığı için, ambulator (ayakta kliniğe yatırılmadan yapılan tedavi) EMG cihazları, bruksizm ile karıştırılabilecek birçok motor aktivitesine (öksürme, emme) aşırı duyarlılık eğilimindedir. Bununla birlikte, geçerlilikleri henüz geniş popülasyon gruplarında bilimsel olarak da gösterilmemiştir (de la Hoz-Aizpura, 2011).

8. BRUKSİZMDE TEDAVİ

Bugüne kadar, çocuklarda bruksizm için literatürde yeterli derecede tedavi alternatifi bildirilmemiş olup, hiçbir tedavi yönteminin etkinliği de tam olarak kanıtlanmış değildir. Bu sebeple tedavi gerekliliği ancak bruksizme ilişkin ciddi semptomlar, orofasiyal yapıdaki düzensizlikler ve değişiklikler durumunda gündeme gelmekte, bu noktada da konservatif tedavi tercih edilmektedir (Carra, 2012). Manfredini ve ark (2013), çocuklarda uyku bruksizminin 9 ile 10 yaşlarında aşamalı olarak gerileme eğiliminde olduğu ve çoğunluğunun ergenlik döneminde veya yetişkinlikte alışkanlığı bıraktığını, bu sebeple küçük çocuklarda müdahaleci olmayan bekle-gör stratejisinin uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Fizyolojik bruksizm, muhtemelen çocuğun yüz gelişimi (büyümesi) ve duygusal dengesi için olumlu ve gereklidir. Tedavi etmeye çalışılmamalıdır.

Bruksizmin etiyojisi multifaktöriyel olduğundan tedavisi de hastadaki mevcut etiyojik faktörlerin ortadan kaldırılması prensibine dayanır (Eren, 2016). Tedavi diş hekimliği, tıp, fizyoterapi ve psikolojinin dahil olduğu multidisipliner bir çerçevede gerçekleşmelidir. Tedavi sürecinde diş hekimleri genellikle restoratif prosedürler ve oklüzal splintler ile ilgilenirken medikal hekimler ise bu sürece farmakolojik öneriler ya da psikolojik destek noktasında katkıda bulunmaktadır (Saletu, 2005, Freitas, 2014).

8.1 Restoratif Uygulamalar

Çalışmalar, erken temasların ve oklüzal değişikliklerin bruksizmin etiyojik faktörleri arasında olmadığını göstermiştir (Saletu, 2005). Bununla birlikte, bruksizm oklüzal/insizal yüzeylerde aşınmaya ve ayrıca tüberkül tepeleri ve restorasyonlarda kırılmaya neden olabilir (de la Hoz 2013). Sonuç olarak estetik ve fonksiyonel bozulma ortaya çıkabilir. Hastanın dikey boyutunda değişikliklere rastlanabilir. Aşınma, çürük veya diş kaybı ile ciddi şekilde bozulmuş bir oklüzyon varlığında, oklüzal stabiliteyi ve dolayısıyla estetik ve fonksiyonel paterni yeniden kurmak için çiğneme sistemini restore etmek gerekir (Demir, 2004). Aşınmış dişlerin restorasyonu için, direkt hibrit kompozit/kompomer rezin restorasyonlar tercih edilmelidir (Gupta, 2010).

8.2 Oklüzal Splintler

Oklüzal splintler dişlerin aşırı kapanmasını önleyerek, kasların aşırı çalışmasını engellemiş olur (Somer, 1991). Böylece aşırı çalışan kasların dinlenmelerini ve iyileşmelerini sağlamaktadır (Lobbezoo, 2008). Oklüzal splintler oklüzal ilişkiyle birlikte temporomandibular eklem komponentlerinin (kondil- fossa) ilişkilerinin de değişmesini sağlarlar (Bulut, 2012). Literatürde oklüzal splintlerin hem bruksizmi olan hem de bruksizmi ol-

mayan hastalarda, temporomandibular disfonksiyonların semptomlarını ortadan kaldırdığı bildirilmektedir (Tsukiyama, 2001, Alvarez-Arenal, 2002, Fayed, 2004). Oklüzal splintler genel olarak oklüzal durumun değiştirilmesi, dikey boyutun artırılması, mandibular kondil pozisyonunun değiştirilmesi, farkına varma ve plasebo etkisi ile kas hiperaktivitesini ve semptomlarını azaltırlar (Bulut, 2012). Bruksizm vakalarında oklüzal splint kullanımıyla; dişlerdeki aşınma, kırılma, mobilite ve ağrının azaltılması, TME ağrısının, travmatik artrit ve dokuların lokal deformasyonunun önüne geçilmesi, çiğneme kaslarındaki ağrı ve koordinasyonsuzluk ile spazmin engellenmesi sağlanmış olur (Bulut, 2012, Lin, 2008, Al-Saad, 2001). Bununla birlikte splint kullanımıyla hastaların parafonksiyonel alışkanlıklarının engellenemediği de rapor edilmiştir (Babadağ ve ark 2004).

Farklı endikasyonlara göre planlanmış oklüzal splint tipleri bulunmaktadır. Sert oklüzal splintin yumuşak splinte göre daha etkili olduğu ve bruksizm tedavisine fayda sağladığı belirtilmektedir (Eren, 2016). Diş hekimliğinde bruksizmle ilişkili en yaygın tedavi, rijit oklüzal splint uygulamalarıdır (Restrepo, 2001, Carra, 2012). Bununla birlikte, çocuklarda oklüzal splintle bruksizm tedavisi için literatürde henüz kontrollü klinik çalışmalar bulunmamaktadır (Restrepo, 2011). Alveoler yapının büyümesini ve bu sürecin fizyolojik ilerleyişini kısıtlama riski nedeniyle çocuklarda kullanımı tartışmalıdır (Restrepo, 2001). Büyüme ve gelişim üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek için, çocuklarda ve genç erişkinlerde alt veya üst çeneye yerleştirilen yumuşak splintler tercih edilmektedir. Bununla birlikte, karışık dişlenme başlangıcına kadar, çenelerin daha stabil olduğu transversal veya sagittal yön boyutlarında önemli değişikliklerin olmadığı bildirilmiştir (de Freitas, 2014).

Kranyofasiyel büyüme, prepubertal dönemde en yüksek seviyeye ulaşan karmaşık bir kronolojik patern izler. Oklüzal splintlerin amacı, aşınmayı önlemek ve dolayısıyla okluzyonda dikey boyut kaybının önüne geçmektir (Giannasi, 2013). Buna ek olarak, bu apareyle birlikte, oklüzal stabilite sağlanmakta, temporomandibular eklem yapıları daha düzenli hale gelmekte, kas hiperaktivitesinin oluşması önlenmekte ve ağrı azalmaktadır (Gupta, 2010). Oklüzal splintlerin küçük çocuklarda, kemik uyuşmazlıkları gibi olumsuz sonuçları ortaya çıkarabildiğinden, splint uygulanan hastaların kemik büyümesini ve daimi dişlerin erüpsiyonunu takip etmek için düzenli takip randevuları planlanmalıdır (Kotsiomit, 2000, Gupta, 2010).

Giannasi ve ark (2013), 6 ile 8 yaş arası uyku bruksizmi 9 çocukta oklüzal splintlerin etkisini değerlendirmişlerdir. 6 aydır uyku bruksizmi hikayesi olan çocukların sürmekte olan dişleri için oklüzal splint üzerinde boşluklar açılmıştır. 90 günlük oklüzal splint kullanımından sonra, 8 çocuğun artık gıcırdatma seslerini göstermediği ve ağız açık uyuma, horlama gibi durumların azaldığı görülmüştür. Tüm ebeveynler ayrıca, çocukları-

nın uyanış halindeki ruh hallerinin düzeldiğini bildirmişlerdir.

Hachmann ve ark (1999), 3 ile 5 yaş arası uyku bruksizimli 9 çocuktan ve sağlıklı çocuklardan oluşan çalışmada oklüzal splintlerin bruksizmi kontrol etmedeki yeterliliğini sekiz ay önce ve sonra elde edilen alçı modelleri karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonunda, oklüzal splintin uygulanmadığı kontrol grubunda önemli aşınmalar bulunmuştur. Buna karşın Restrepo ve ark. ise 3-6 yaş arasındaki bruksist çocuklarda oklüzal splintlerin hastalığın bulgularını azaltmada etkili olmadığını bildirmişlerdir (Restrepo, 2001).

Çocuklarda splint kullanımının üst çenede alveol kemik büyümesini sınırlandırıp sınırlandırmadığının ve çocuklarda bruksizm tedavisinde faydalı olup olmadığının değerlendirildiği bir çalışmada; oklüzal splint kullanımının üst çenede kemik gelişimini sınırlandırmadığı, fakat bruksizm semptomlarının azalmasında da faydalı olmadığı sonucuna varıldığı bildirilmektedir (Hachmann, 1999).

Restrepo ve arkadaşları bruksist çocuklarda oklüzal splint uygulamasının TMD, dişlerde aşınma ve anksiyete üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında rijit oklüzal splintlerin bruksizm belirtilerinin azalmasında yeterli olmadığını ancak ağız açma sırasında oluşan deviasyonu azalttığını saptamışlardır (Restrepo, 2011).

7 ila 10 yaş arası 30 çocukta yapılan bir çalışmada oklüzal splint kullanımıyla görsel analog skalada kendilerinin bildirdiği bruksizmde azalma görülmüştür. Ebeveynler tarafından bildirilen bruksizm %76,7 oranında azalmıştır. Ayrıca, bu vaka raporunda hiçbir hastada splintte aşınma ve yırtılma gözlenmemekle birlikte bruksizm belirtilerinde (baş ağrısı ve kas rahatsızlığı) önemli bir azalma gözlemlenmiştir (Oliveira, 2015).

8.3 Yumuşak Splint

Genellikle üst dişlere uygulanan termoplastik materyalden yapılan apareylerdir. Yumuşak splintlerin nöromusküler sisteme tam olarak doğru uyumlanması zordur. Yapımları kolay ve hızlıdır (Bulut, 2012). Plâğin 2-3 mm kalınlıkta ve vestibülden lingual yüzeylere kadar uzanması önerilmektedir. Kullanılan oklüzal splint hastanın bruksizm nedeniyle oluşan abrazyonlarını önleyebilmesi amacıyla tüm dişlerin oklüzal yüzeylerini kaplamalıdır (Hachmann, 1999).

Özge İrem CAN tarafından 2019 da klinik kriterlere göre uyku bruksizmi teşhisi konulmuş bruksizimli bireyler ve bruksizm alışkanlığı olmayan bireyler üzerinde yapılan tez çalışmasında uyku bruksizmi tanısı konulan hastaların tedavisinde yumuşak oklüzal splintin etkinliği değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada yumuşak oklüzal splintlerin 90 gün boyunca düzenli kullanılmasından sonra çocukların %100'ünde (n=29) uyku bruksizminin

sonlandığı gözlenmiştir. Oklüzal splint kullanımı ile bruksizm alışkanlığının bırakılması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yumuşak oklüzal splint kullanımı sonrası hastaların %100'ünde baş ağrısı bulgusu, %100'ünde kulak ağrısı, %100'ünde çene eklemi ağrısı ve uyanıldığında çenede ağrı ve sertlik bulgusu ortadan kalkmıştır. Tedavi sonrası çiğneme kaslarında gözlenen hassasiyette bir düşüş izlenmiştir. Çocuklarda tedaviden önce yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında, tedavi sonrası mandibular deviasyonda bir düşüş izlenmiştir.

Bunların dışında Pivot splintler, arka ısırma plakları, ön ısırma plakları, ön konumlandırma splinti ve sentrik ilişki splintleri de bruksizm tedavisinde kullanılan farklı splint tipleri olmakla beraber, bu splint çeşitlerinin çocuk hastada kullanımını destekleyen bir literatür bilgisi bulunmamaktadır.

8.4 Psikolojik Tedavi

Tedavi sürecinde, bruksizm etiyojisinde anksiyete ve stres gibi faktörlerin psikolojik ya da farmakolojik tedavi ile elimine edilmesi halinde, bruksizm semptomlarında azalma görülmektedir (Restrepo, 2008, Giraki, 2010).

Bruksizm teşhisi konulan çocukların %82,76'sının psikolojik ya da psikiyatrik değerlendirmelere ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir. Ek olarak, bu çocukların %20,70'inde stresin önemli fiziksel ve psikolojik belirtilerinin bulunması, duygusal ve davranışsal sorunların, çocuklarda bruksizm gelişmesi için bir risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir (Ferreira- Bacci Ado, 2012).

Psikolojik tedavi teknikleri özellikle parafonksiyonel alışkanlıklarda tekrarlama olmaması için çok önemlidir. Psikolojik tedavi, temel olarak hipnoz, biyolojik geri bildirim, bilişsel ve davranışsal terapi, gevşeme egzersizleri ve stres yönetimi gibi tekniklerden oluşmaktadır (Carra, 2012, Yap, 2016). Restrepo ve ark (2001), yaptıkları bir çalışmada, psikolojik terapilerin okul öncesi çocuklarda bruksizm semptomlarını azaltmada etkin olduğunu belirtmişlerdir. Çocuklarda bruksizm tedavisinde psikolojik tedavilerin uzun dönem sonuçlarını değerlendirmek için daha fazla çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi gereklidir (Restrepo, 2011).

8.5 Uyku Sorunlarının Giderilmesi

Bruksizm tedavisinde uyku düzeni ile ilişkili olumsuz faktörlerin eliminasyonu hastalığın tedavisinde yarar sağlayıcı olabilmektedir. Bu yaklaşımlar genellikle kaliteli uyku düzeninin sağlanmasına yönelik olup; uyku alışkanlıklarına ilişkin bilişsel ve davranışçı terapiler, hipnoz, uyku hijyeni, biyolojik geri besleme ve aile danışmanlığını içermektedir. Uyku alışkanlıklarının düzeltilmesi ile ilgili olarak sakız çiğnemekten ve uyku-

dan önce televizyon izlemekten kaçınmak, yastıksız uyumak ve uykudan önce çene kaslarının gevşemesi için ılık ısı pedi ile masaj yaygın öneriler arasında yer almaktadır (Paesani, 2011).

Uyku bruksizmini önlemek için hastalara yatmadan önce, televizyon, radyo ve cep telefonları gibi tüm uyarıcı cihazları kapatmaları önerilmektedir. Çocukların gün içinde en az bir kez kısa bir şekerleme yapmaları gerektiği, uykuya dalarken televizyon izlemek yerine ebeveynleri tarafından yüksek sesle kitap okunması ve çocukların yalnız uyumalarının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Paesani, 2011, Saulue, 2015).

8.6 Farmakolojik Tedavi

Antienflamatuarlar, analjezikler, kas gevşeticiler, katekolamin öncülleri, benzodiazepinler ve betaadrenerjik antagonistlerin kullanımı yetişkinlerde uyku bruksizminin sıklığını azaltabilmektedir. Farmakolojik tedavi uyku bruksizminden şiddetli olarak etkilenmiş bireylerde yalnızca kısa dönemli bir tedavi yaklaşımı olarak düşünülebilmektedir (Bulut, 2012, Eren, 2016). Santral sinir sistemine etki eden benzodiazepin grubu (Diazepam, Valum) ve kas gevşetici (Methocarbamol) ilaçların, bruksizm ile ilişkili kas aktivitesini azalttığı bilinmektedir; fakat gündüz uykulu olmaya neden olduklarından ve kontrollü çalışmaların eksikliğinden uzun dönem kullanımları önerilmemektedir. Bu ilaçların bir kısmı (Benzodiazepinler, Santral kas gevşeticiler, Trisiklik antidepresanlar) çene-yüz ağrısını önlemek için yaygın olarak kullanılırken, bazıları (L-dopa, Propranolol, Botulinum toksin A) nadir olarak kullanılmaktadır.

Mostafavi ve arkadaşları (2019) uyku bruksizimli çocuklarda düşük ve orta doz diazepamın etkinliğini araştırmıştır, ancak çalışılan popülasyonda uzun süreli kontrolde diazepamın plaseboya kıyasla daha etkili olmadığını bulmuşlardır.

Uyku bruksizminin tedavisi için tavsiye edilen bir başka ilaç grubu Trisiklik (Amitriptyline) antidepresanlardır. Ancak 1 ile 4 haftalık tedavi süresince Amitriptilin'in küçük dozlarının (25 mg) uyku bruksizmi üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir (Bulut, 2012).

Tedavide buspiron kullanımıyla olumlu sonuçların elde edildiği de raporlanmıştır, ancak bunlar kısa süreli çalışmalardır (Ghanizadeh, 2013).

Uyku bruksizmi tedavisi için önerilen bir başka farmakolojik ajan adrenerjik antagonistidir (prapronolol). Bu ilacın bruksizimli bir hastada ve antipsikotik (dopaminerjik antagonist) ilaç tedavisi altındaki sekonder uyku bruksizmi olan iki hastada uyku bruksizmini azalttığı tespit edilmiştir. Uyku bruksizmi tedavisi için adrenerjik ilaç tedavisi bir seçenek olmadan önce kontrollü ve çift kör uyku çalışmaları ile etkinliğinin ve güvenilirliğinin değerlendirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu ilaç-

ların REM sırasındaki davranış bozuklukları, uyku apnesi ve insomnia gibi uyku bozukluklarını artırdığı bulunmuştur (Bulut, 2012). Plasebo kontrol-lü yapılmış bir çalışmada 1mg'lık Klonezepamin kas gevşetici etkisi nede-niyle bruksizmi %40 oranında azalttığı gösterilmiştir (Saletu, 2010).

Bazı yazarlar psikolojik tekniklerle (Restrepo, 2001) ya da ilaçlar-la (Saletu, 2005) anksiyete tedavi edildiğinde, bruksizm semptomlarının azaldığını göstermiştir. Bununla birlikte, bu yaklaşımın çocuklarda kulla-nılması ile ilgili tartışmalar mevcuttur (Raigrodski, 2001). Ayrıca yukarda bahsedilen ilaçların çocuklarda kullanım etkinliğini ölçen klinik çalışmalar bulunmamaktadır. Çocuklarda uyku bruksizmini kontrol etmek için diğer terapötik stratejilerin öncelikli olarak dikkate alınması önemlidir,

8.7 Hidroksizin

Hidroksizin; güçlü anksiyolitik, hafif antiobsesif ve antipsikotik özel-liklere sahip güçlü bir H1 reseptörü ters agonistidir ve genellikle çocuk-larda kaygıyı tedavi etmek için antihistamin olarak uygulanır (Guaiana, 2010). Çocuklarda uyku bruksizminin tedavisinde etkisini değerlendiren az sayıda çalışma vardır (Ghanizadeh, 2013, Ghanizadeh ve Zare 2013). Bir vaka serisi çalışması, iki ay süreyle hidroksizin uygulamasının çocuk-larda uyku bruksizminin sıklığını azalttığını ve yan etki oluşturmadığını bildirmiştir (Ghanizadeh, 2013). Buna ek olarak, randomize bir klinik çalışma, hidroksizin tedavisi uygulanan 30 çocukta uyku bruksizm teda-visinin etkinliğini değerlendirmiş, etkili ve güvenli olduğunu bildirmiştir. Ancak daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmüştür (Ghanizadeh ve Zare 2013).

8.8 Botulinum Toksini Uygulanması

Botulinum toksin (BT), Clostridium Botulinumun ürettiği bir ekzotok-sindir. Bu toksin kolinerjik sinir motor son plaklarında asetilkolin salını-mını bloke ederek, kaslarda geçici inaktivasyona sebep olur (Eren, 2016).

Diş hekimliğinde, bruksizm, masseter kas hipertrofisi, temporoman-dibular bozukluklar, gülüş hattı asimetrisi ve belirgin gummy smile du-rumlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Bousso, 2010, Ernberg, 2011).

Deniz ERDİL (2021) bruksizme bağlı masseter kası hipertrofisi ve temporomandibular disfonksiyonu bulunan 18 yaşından büyük 25 hasta-da yaptığı tez çalışmasının sonuçlarında, BT-A uygulaması bruksizm alış-kanlığının terk edilmesinde ve bruksime bağlı masseter kas hipertrofisinin tedavisinde etkili, güvenilir ve yan etkisi olmayan bir yöntem olduğunu raporlamıştır. Tedavi gören hastalar olumlu geri dönüşler vermiş ve bruk-sizm skorlarında azalma göstermiştir. Bruksizmi tedavi edilen hastaların depresyon ve anksiyete skorlarında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalma olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmalar, botoksun yetişkinlerde bruksizm tedavisinde kullanımını göstermektedir ancak etkinliğini doğrulamak ve uzun süreli kullanımda güvenliğini değerlendirmek için klinik çalışmalar yapılmalıdır. Botoksun bebeklerde veya çocuklarda güvenilirliği ve etkinliği halen tam olarak kanıtlanmadığından, on iki yaşın altındaki çocuklarda kullanılmaması gerektiği düşünülmektedir (Kwon, 2019). Çocuklarda uyku bruksizm tedavisi için, botulinum toksini kullanımı, yüz büyümesine zarar verme olasılığı ve çok invaziv bir yaklaşım olması nedeniyle önerilmemektedir (Shim, 2014).

8.9 Fizyoterapi

Bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkların kas hiperaktivitesine sebep olduğu, kas liflerine ve çevre dokulara zarar verdiği bilinmektedir (Camparis, 2006). Bu nedenle, terapötik stratejiler, çiğneme ve boyun kaslarına masaj yaparak kas hiperaktivitesini azaltmayı amaçlamaktadır. Farklı kas gruplarında gevşeme ve kasılma döngüleri, hayal gücü (rahatlatıcı aktiviteler) ve diyafragmatik solunum eğitimi, kas gerginliği konusunda yüksek bir farkındalık oluşturmayı amaçlayan bazı gevşeme terapisi teknikleridir (Ommerborn, 2007). Germe egzersizleri hareket aralığını artırıp ağrıyı azaltır ve böylece daha iyi bir mandibular dinlenme pozisyonu sağlamaktadır (Visscher, 2000).

Quintero ve ark (2009), 26 çocukta (3-6 yaş) bruksizmi azaltmak için fizik tedavinin etkinliğini değerlendiren randomize bir klinik çalışma yürütmüşlerdir. Uyku sırasında ebeveyn tarafından bildirilen diş gıcırdatması, fizik tedavi müdahale grubunda %77, kontrol grubunda %15,38 oranında azalmıştır. Yazarlar, küçük çocuklarda, fizik tedavi müdahalesinin bildirilen yan etkileri olmaksızın bruksizmi azaltmada etkili olarak düşünülebileceğini öne sürmüşlerdir (Quintero, 2009).

8.10 Akupunktur

Akupunktur, çiğneme kaslarının aktivitesini indirmek ve dolayısıyla bruksizmin parafonksiyonel hareketlerini azaltmak için kullanılır (Shen, 2007). Bununla birlikte, özellikle çocuklarda, akupunkturun bruksizm için etkinliğini gözlemek amacıyla ilave çalışmalara gereksinim vardır (de Freitas, 2014).

8.11 Hipnoz

Yapılan çalışmalar bireysel sorunların ve kişinin bilinçaltında yatan nedenlerin ortadan kaldırılmasının bruksizmin tedavisinde etkili olduğunu göstermektedir (Eren, 2016). Hipnoz ile kişinin kendini kontrol etmesi ve sakinleştirilmesi sağlanabilir (Lavigne, 1996). Oto hipnoz yolu ile kişiye kendini rahatlatma prosedürü öğretilerek ağrıların azaltılması hedeflenmektedir (Eren, 2016).

Hipnoz ile vücut, uyku sırasında kas gerilmesine karşı diş sıkma ve gıcırdatma alışkanlığını durdurmak için nasıl yanıt vereceğini öğrenmiş olur (Simon, 2000). Bu konuyla ilgili yapılmış çalışmalar çeşitli orofasiyal ağrıların azaltılması ya da yok edilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir (Eren, 2016).

Abrahamsen ve arkadaşları (2008), nedeni bilinmeyen ısrarcı bir yüz ağrısına sahip 46 bireye hipnoz uygulamıştır. Rasgele seçilen 41 bireyde aktif hipnoz uygulaması ya da basit rahatlatma metotları uygulanırken, diğer 5 bireye 1'er saatlik hipnoz seansları uygulanmıştır. Yüksek hipnoz grubundaki bireylerde ağrıda önemli derecede azalma saptanmıştır. Sonuç olarak hipnoz, orofasiyal ağrılı bireylerde başarılı bir tedavi yöntemi olarak bulunmuştur.

Golan, bruksizm ve emosyonel durumlar arasında güçlü bir etki olduğunu ve hipnozun vücut mekanizmasını kontrol etmesi sayesinde bruksizm tedavisinde oldukça başarılı bir yöntem olduğunu raporlamıştır (Golan, 1989). Somer ve ark (1991) yaptıkları çalışmada, 55 yaşındaki kronik bruksizimli erkek hastada hipnoanalitik teknikler uygulayarak hastanın stresinin kaynağını bulmuş ve bruksizm alışkanlığını kendi kontrolüyle yenmesini sağlamışlardır. Clarke ve Reynolds (1991), 36 aylık takip döneminde hipnoterapinin bruksizm semptomlarında objektif ve subjektif düzelme sağladığını göstermişlerdir.

Simon ve Lewis yaptıkları çalışma ile medikal hipnozun temporomandibular rahatsızlıklarda oluşan ağrıyı azaltmada etkili olduğunu göstermişlerdir (Simon, 2000). Başka bir çalışmada, konservatif tedavilere yanıt vermeyen 28 temporomandibular rahatsızlığı olan hastaya hipnozla tedavi uygulanmıştır. Sonuçta analizler hipnozun temporomandibular rahatsızlıkların tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir (Eren, 2016). Fakat hipnozun çocuk hastada bruksizm tedavisindeki etkinliğini ve başarısını değerlendiren herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

8.12 Ortodontik Müdahaleler

Egermark ve Rönnerman'ın (1995) yaptıkları bir çalışmada, sabit aparat kullanan 50 çocuk ve ergenin (7 ila 16 yaş arası), kendi bildirdiği bruksizmde (%9) ve baş ağrısı prevalansında azalma (%13) olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, 6-8 ay süreyle hızlı maksiller genişletme yapılan 4 ila 11 yaş arası 12 çocukta kendi bildirdiği bruksizmde (çocukların %58.4'ü) önemli bir azalma gözlemlenmiştir (Giannasi, 2015). Bellerive ve arkadaşları (2015), uyku bruksizmini teşhis etmek için enstrümantal olmayan (klinik muayene) ve enstrümantal yöntemler (polisomnografi ve elektromiyografi) kullanmışlar ve 8 ila 14 yaş arası çocukların ve ergenlerin %65'inde damak genişlemesinden sonra ritmik mastikatör kas aktivitesi indeksinde ve epizodlarında önemli bir azalma gözlemlenmiştir.

9. SONUÇLAR

Bruksizm multifaktöriyel etiyolojiye sahip, çocuklarda geniş bir yaş aralığında, yüksek oranlarda görülmekte olan parafonksiyonel bir alışkanlıktır.

Bruksizm, dişlerde atrizyon, mobilite, hassasiyet, diş etlerinde çekilme, masseter kasın hipertrofiye olması, baş ve yüz ağrıları gibi problemlere neden olabilmektedir. Kesin tanısının anamnez ve klinik muayene ile konulabilmesi mümkün olmasa dahi, hastadan ve velisinden alınan anamnezler ve detaylı bir klinik muayene ile muhtemel bruksizm teşhisi koyabilmemiz mümkündür. Ortaya çıkabilen semptomlar düşünüldüğünde, çocuk diş hekimlerinin, bruksizm tanı ve tedavisi konusunda bilgili olmaları gereklidir.

Çocuk diş hekimleri, ayrıntılı anamnez ve muayenelerden sonra, çocuklarda bruksizm sonrası ortaya çıkabilen semptomların hafifletilmesinde, yumuşak okluzal splinti uygulayabilir ve düzenli takiplerle hastaların bu olumsuz alışkanlıklarından vazgeçmelerine yardımcı olabilirler. Ayrıca, olası etiyolojik faktörlerin tespit edilerek, gerekli tedavilerinin yapılması amacıyla, gerekli hekimlere konsültasyonda bulunabilirler.

KAYNAKLAR

1. Abe, S., Yamaguchi, T., Rompre, P. H., De Grandmont, P., Chen, Y. J., & Lavigne, G. J. (2009). Tooth wear in young subjects: a discriminator between sleep bruxers and controls?. *International Journal of Prosthodontics*, 22(4).
2. Abrahamsen, R., Baad-Hansen, L., & Svensson, P. (2008). Hypnosis in the management of persistent idiopathic orofacial pain—clinical and psychosocial findings. *Pain*, 136(1-2), 44-52.
3. Aguilera SB, Brown L, Perico VA, 2017. Aesthetic Treatment of Bruxism. *J Clin Aesthet Dermatol*, 10(5), 49-55.
4. Ahmad, R. (1986). Bruxism in children. *The Journal of Pedodontics*, 10(2), 105-126.
5. Al-Omiri, M. K., Lamey, P. J., Cooper, C., & Clifford, T. (2006). Relationship between personality and satisfaction with the dentition in tooth wear patients. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 14(4), 179-184.
6. Al-Saad, M., & Akeel, R. (2001). EMG and pain severity evaluation in patients with TMD using two different occlusal devices. *International Journal of Prosthodontics*, 14(1).
7. Alamoudi N, 2001. Correlation between oral parafunction and temporomandibular disorders and emotional status among saudi children. *J Clin Pediatr Dent*, 26(1), 71-80.
8. Alfano, C. A., Bower, J. L., & Meers, J. M. (2018). Polysomnography-detected bruxism in children is associated with somatic complaints but not anxiety. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 14(1), 23-29.
9. Alfaya, T. D. A., Tannure, P. N., Barcelos, R., Dip, E. C., Uemoto, L., & Gouvêa, C. V. D. (2015). Clinical management of childhood bruxism. *RGO-Revista Gaúcha de Odontologia*, 63, 207-212.
10. Alharby A, Alzayer H, Almahlawi A, Alrashidi Y, Azhar S, Sheikho M, Alandijani A, Aljohani A, Obied M, 2018. Parafunctional Behaviors and Its Effect on Dental Bridges. *J Clin Med Res*, 10(2), 73-76.
11. Alvarez-Arenal, A., Junquera, L. M., Fernandez, J. P., Gonzalez, I., & Olay, S. (2002). Effect of occlusal splint and transcutaneous electric nerve stimulation on the signs and symptoms of temporomandibular disorders in patients with bruxism. *Journal of oral Rehabilitation*, 29(9), 858-863.
12. Alves, C. L., Fagundes, D. M., Soares, P. B. F., & Ferreira, M. C. (2019). Knowledge of parents/caregivers about bruxism in children treated at the pediatric dentistry clinic. *Sleep Science*, 12(3), 185.

13. Antonio, A. G., Santos da Silva Pierro, V., & Maia, L. C. (2006). Bruxism in children: a warning sign for psychological problems. *Journal of the Canadian Dental Association*, 72(2).
14. Astal, Z. (2004). Epidemiological survey of the prevalence of parasites among children in Khan Younis governorate, Palestine. *Parasitology Research*, 94(6), 449-451.
15. Aurora RN, Lamm CI, Zak RS, Kristo DA, Bista SR, Rowley JA, Casey KR, 2012. Practice parameters for the non-respiratory indications for polysomnography and multiple sleep latency testing for children. *Sleep*, 35, (11), 1467-73.
16. Babadağ, M., Görgün, S., & Sahin, M. (2004). Pre-and posttreatment analysis of clinical symptoms of patients with temporomandibular disorders. *Quintessence International*, 35(10).
17. Bader, G., & Lavigne, G. (2000). Sleep bruxism; an overview of an oro-mandibular sleep movement disorder. *Sleep Medicine Reviews*, 4(1), 27-43.
18. Bastien, R., Gale, E. N., & Mohl, N. D. (1990). An exploratory study on increases in masseteric muscle activity induced by caffeine. *Journal (Canadian Dental Association)*, 56(10), 943-947.
19. Bayardo, R. E., Mejia, J. J., Orozco, S., & Montoya, K. (1996). Etiology of oral habits. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 63(5), 350-353.
20. Beebe DW, Wells CT, Jeffries J, Chini B, Kalra M, Amin R, 2004. Neuropsychological effects of pediatric obstructive sleep apnea. *J Int Neuropsychol Soc*, 10(7), 962-975.
21. Beddis, H., Pemberton, M., & Davies, S. (2018). Sleep bruxism: an overview for clinicians. *British Dental Journal*, 225(6), 497-501.
22. Bellerive, A., Montpetit, A., El-Khatib, H., Carra, M. C., Remise, C., Desplats, E., & Huynh, N. (2015). The effect of rapid palatal expansion on sleep bruxism in children. *Sleep and Breathing*, 19(4), 1265-1271.
23. Bindu, B., Singh, G.P., Chowdhury, T., Schaller, B. (2017). Rhinitis and sleep disorders: The trigeminocardiac reflex link? *Med Hypotheses*, 103, 96-99.
24. Bouden A, Halayem M, Fakhfakh R, 2002. Preliminary validation study of infantile trait- anxiety scale. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc*, 50(1), 25-30.
25. Bouso, O. V., González, G. F., Mommsen, J., Grau, V. G., Fernández, J. R., & Micas, M. M. (2010). Neurogenic temporomandibular joint dislocation treated with botulinum toxin: report of 4 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(3), 33-37.

26. Bulut, A. C., & Saadet, A. T. S. Ü. (2012). Bruksizm Tanı ve Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 14(1), 20-25.
27. Can Ö. İ. (2019). 7-12 yaş arası çocuklarda bruksizm varlığının saptanması ve okluzal splint etkinliğinin incelenmesi, Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İzmir.
28. Camoin A, Tardieu C, Blanchet I, Orthlieb J, 2017. Sleep bruxism in children. *Archives de pediatrie: Organe Officiel de la Societe Francaise de Pediatrie*, 24, 7, 659-66.
29. Camparis CM, Siqueira JT, 2006. Sleep bruxism: clinical aspects and characteristics in patients with and without chronic orofacial pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 101(2), 188-193.
30. Carlsson GE, Egermark I, Magnusson T, 2003. Predictors of bruxism, other oral parafunctions, and tooth wear over a 20-year follow-up period. *J Orofac Pain*, 17(1), 50-57.
31. Carra, M. C., Bruni, O., & Huynh, N. (2012). Topical review: sleep bruxism, headaches, and sleep-disordered breathing in children and adolescents. *J Orofac Pain*, 26(4), 267-276.
32. Carra MC, Huynh N, Lavigne G, 2012. Sleep bruxism: a comprehensive overview for the dental clinician interested in sleep medicine. *Dent Clin North Am*, 56(2), 387-413.
33. Carra MC, Huynh N, Morton P, Rompre PH, Papadakis A, Remise C, Lavigne GJ, 2011. Prevalence and risk factors of sleep bruxism and wake-time tooth clenching in a 7- to 17-yr-old population. *Eur J Oral Sci*, 119(5), 386-394.
34. Carter, K. A., Hathaway, N. E., & Lettieri, C. F. (2014). Common sleep disorders in children. *American family physician*, 89(5), 368-377.
35. Clark, G. T., & Ram, S. (2007). Four oral motor disorders: bruxism, dystonia, dyskinesia and drug-induced dystonic extrapyramidal reactions. *Dental Clinics*, 51(1), 225-243.
36. Clarke, J. H., & Reynolds, P. J. (1991). Suggestive hypnotherapy for nocturnal bruxism: a pilot study. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 33(4), 248-253.
37. Clementino, M. A., Siqueira, M. B., Serra-Negra, J. M., Paiva, S. M., & Granville-Garcia, A. F. (2017). The prevalence of sleep bruxism and associated factors in children: a report by parents. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 18(6), 399-404.
38. Craig, C. F, Faust, E. C. (1970). *Clinical parasitology*. 8th ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 67.
39. Castelo, P.M., Barbosa, T.S., Gaviao, M.B. (2010). Quality of life evaluation of children with sleep bruxism. *BMC Oral Health*, 10, 16-23.

40. D'Urso, A., Coppotelli, E., Del Prete, S., & Meshkova, D. T. (2015). Sleep bruxism in children.
41. de Freitas, A.R., Dias, M.M., HilmoBarretoLeiteFalcãoFilho, A.A.d.V.(2014). Sleep bruxism in children: Prevalence and multidisciplinary therapy. *OHDM*, 13(4), 897-901.
42. de la Hoz-Aizpurua, J.L., Diaz-Alonso, E., LaTouche-Arbizu, R., Mesa-Jimenez, J. (2011). Sleep bruxism. Conceptual review and update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 16(2), 231- 238.
43. de-la-Hoz, J. L. (2013). Sleep bruxism: review and update for the restorative dentist. *Alpha Omegan*, 106.
44. De Leeuw, R., & Klasser, G. D. (2008). American academy of orofacial pain. *Orofacial pain: guidelines for assessment, diagnosis, and management*, 4, 25-48.
45. de Lira, A. D. L. S., de Sousa, F. D. C., de Sousa, F. J., Fontenele, M. K. V., Ribeiro, C. K. C., & Ferreira, L. E. G. (2020). Prevalence of sleep bruxism in children in primary dentition. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 19, e201025-e201025.
46. de Oliveira, M. T., Bressan, T., Pamato, S., Niehues, A. C., Niehues, N. F., Netto, J. N., & Bittencourt, S. T. (2014). Bruxism in children: Effectiveness of bite splints. *Journal of Research in Dentistry*, 2(1), 22-29.
47. de Oliveira Trindade, M., Rodriguez, A. G. (2014). Polysomnographic analysis of bruxism. *Pain*, 22, 23.
48. Demir, A., Uysal, T., Guray, E., Basciftci, F.A. (2004). The relationship between bruxism and occlusal factors among seven- to 19-year-old Turkish children. *Angle Orthod*, 74(5), 672-676.
49. Demjaha, G., Kapusevska, B., Pejkovska-Shahpaska, B. (2019). Bruxism Unconscious Oral Habit in Everyday Life. *Open Access Maced J Med Sci*, 7(5), 876-881.
50. Díaz-Serrano, K. V., da Silva, C. B. A., de Albuquerque, S., Pereira Saraiva, M. D. C., & Nelson-Filho, P. (2008). Is there an association between bruxism and intestinal parasitic infestation in children?. *Journal of Dentistry for Children*, 75(3), 276-279.
51. Drumond, C.L., Souza, D.S., Serra-Negra, J.M., Marques, L.S., Ramos-Jorge, M.L., Ramos-Jorge, J. (2017). Respiratory disorders and the prevalence of sleep bruxism among schoolchildren aged 8 to 11 years. *Sleep Breath*, 21(1), 203-208.
52. Drumond, C.L., Ramos-Jorge, J., Vieira-Andrade, R.G., Paiva, S.M., Serra-Negra, J.M.C., Ramos-Jorge, M.L. (2018). Prevalence of probable sleep bruxism and associated factors in Brazilian schoolchildren. *Int J Paediatr Dent*. 9(2), 221-227.

53. Duarte, J., Souza, J.F., Cavalcante-Leao, B., Todero, S.R.B., Ferreira, F.M., Fraiz, F.C. (2021). Association of possible sleep bruxism with daytime oral habits and sleep behavior in schoolchildren. *Cranio*, 39(5), 372-378.
54. Eckert, D.J., Younes, M.K. (2014). Arousal from sleep: implications for obstructive sleep apnea pathogenesis and treatment. *J Appl Physiol* (1985), 116(3), 302-313.
55. Egermark, I., Carlsson, G., Magnusson, T. (2001). A 20-year longitudinal study of subjective symptoms of temporomandibular disorders from childhood to adulthood. *Acta odontologica scandinavica*, 59(1), 40-48.
56. Egermark, I., Rönnerman, A. (1995). Temporomandibular disorders in the active phase of orthodontic treatment. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22(8), 613-618.
57. Erdil, D. (2021). *Botulinum toksin A ile tedavi edilen bruksizm hastalarının masseter kas kalınlığındaki değişiklikler ile diş sıkma alışkanlıkları arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi*, Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara.
58. Ella, B., Ghorayeb, I., Burbaud, P., Guehl, D. (2017). Bruxism in Movement Disorders: A Comprehensive Review, *J Prosthodont*, 26(7), 599-605.
59. Eren, S., Arıkan, H.K., Tamam, C., Kasapoğlu, Ç. (2016). Bruksizm ve güncel tedavi yaklaşımları. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(2), 241-258.
60. Ernberg, M., Hedenberg-Magnusson, B., List, T., Svensson, P. (2011). Efficacy of botulinum toxin type A for treatment of persistent myofascial TMD pain: a randomized, controlled, double-blind multicenter study. *Pain*, 152(9), 1988-1996.
61. Fayed, M., El-Mangoury, N.H., El-Bokle, D.N., Belal, A.I. (2004). Occlusal splint therapy and magnetic resonance imaging. *World Journal of Orthodontics*, 5(2), 133-140.
62. Feitosa, G.M.A., Félix, R.C.R., Sampaio, D.C., Vieira-Andrade, R.G., Santos, C.C.O., Fonseca-Silva, T. (2016). Bruxism during childhood behavior profile, features of sleep and symptomatology. *Rev Bahiana Odonto*, 7(2), 94-104.
63. Ferreira, N.M., Dos Santos, J.F., dos Santos, M.B., Marchini, L. (2015). Sleep bruxism associated with obstructive sleep apnea syndrome in children. *Cranio*, 33 (4), 251-255.
64. Ferreira-Bacci Ado, V., Cardoso, C.L., Diaz-Serrano, K.V. (2012). Behavioral problems and emotional stress in children with bruxism. *Braz Dent J*, 23(3), 246-251.

65. Firmani, M., Reyes, M., Becerra, N., Flores, G., Weitzman, M., Espinosa, P. (2015). Sleep bruxism in children and adolescents. *Rev. Chil. Pediatr*, 86, 373–379.
66. Fonseca, C.M., dos Santos, M.B., Consani, R.L., dos Santos, J.F., Marchini, L. (2011). Incidence of sleep bruxism among children in Itanhandu, Brazil. *Sleep Breath*, 15(2), 215-220.
67. Ghanizadeh, A. (2013). Treatment of bruxism with hydroxyzine. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 17(6), 839-841.
68. Ghanizadeh, A., Zare, S. (2013). A preliminary randomised double-blind placebo-controlled clinical trial of hydroxyzine for treating sleep bruxism in children. *J Oral Rehabil*, 40(6), 413-417.
69. Giannasi, L.C., Santos, I.R., Alfaya, T.A., Bussadori, S.K., Franco de Oliveira, L.V. (2013). Effect of an occlusal splint on sleep bruxism in children in a pilot study with a short-term follow up. *J Bodyw Mov Ther*, 17(4), 418-422.
70. Giannasi, L.C., Santos, I.R., Alfaya, T.A., Bussadori, S.K., Leitao-Filho, F.S., de Oliveira, L.V.F. (2015). Effect of a rapid maxillary expansion on snoring and sleep in children: a pilot study. *CRANIO®*, 33(3), 169-173.
71. Giraki, M., Schneider, C., Schafer, R., Singh, P., Franz, M., Raab, W.H., Ommerborn, M.A. (2010). Correlation between stress, stress-coping and current sleep bruxism. *Head Face Med*, 6, 2.
72. Golan, H.P. (1989). Temporomandibular joint disease treated with hypnosis. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 31(4), 269-274.
73. Grechi, T.H., Trawitzki, L.V., de Felicio, C.M., Valera, F.C., Alnselmo-Lima, W.T. (2008). Bruxism in children with nasal obstruction, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 72(3), 391-396.
74. Guaiana, G., Barbui, C., Cipriani, A. (2010). Hydroxyzine for generalised anxiety disorder. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12.
75. Guaita, M., Högl, B. (2016). Current Treatments of Bruxism. *Curr. Treat. Options Neurol.* 18, 10.
76. Gupta, B., Marya, C.M., Anegundi, R. (2010). Childhood bruxism: a clinical review and case report. *West Indian Med J*, 59(1), 92-95.
77. Hachmann, A., Martins, E.A., Araujo, F.B., Nunes, R. (1999). Efficacy of the nocturnal bite plate in the control of bruxism for 3 to 5 year old children. *J Clin Pediatr Dent*, 24(1), 9-15.
78. Haketa, T., Baba, K., Akishige, S., Fueki, K., Kino, K., Ohyama, T. (2004). Accuracy and precision of a system for assessing severity of tooth wear, *International Journal of Prosthodontics*, 17(5), 581-584.
79. Harada, T., Ichiki, R., Tsukiyama, Y., Koyano, K. (2006). The effect of oral splint devices on sleep bruxism: a 6-week observation with an am-

- bulatory electromyographic recording device. *J Oral Rehabil*, 33(7), 482-488.
80. Herrera, M., Valencia, I., Grant, M., Metroka, D., Chialastri, A., Kothare, S.V. (2006). Bruxism in children: effect on sleep architecture and daytime cognitive performance and behavior. *Sleep*, 29(9), 1143-1148.
 81. Hoz Aizpurua, J.L.D.L., Díaz Alonso, E., LaTouche Arbizu, R., Mesa Jiménez, J. (2011). Sleep bruxism. Conceptual review and update, *Med oral patol oral cir bucal*, 16(2), 231-238.
 82. Hublin, C., Kaprio, J., Partinen, M., Koskenvuo, M. (1998). Sleep bruxism based on self-report in a nationwide twin cohort. *Journal of sleep research*, 7(1), 61-67.
 83. Huynh, N., Guillemineault, C. (2009) Sleep bruxism in children. In: Lavigne CJ, Cistulli PA, Smith MT, eds. *Sleep medicine for dentists: A practical overview*. Chicago Quintessence Publishing Co, Inc: Quintessence, 125-133.
 84. Huynh, N., Kato, T., Rompre, P.H., Okura, K., Saber, M., Lanfranchi, P.A., Lavigne, G.J. (2006). Sleep bruxism is associated to micro-arousals and an increase in cardiac sympathetic activity. *Journal of sleep research*, 15(3), 339-346.
 85. Huynh, N.T., Desplats, E., Bellerive, A. (2015). Sleep bruxism in children: sleep studies correlate poorly with parental reports, *Sleep Med*, 19, 63-68.
 86. Insana, S., Gozal, D., McNeil, D.W., Montgomery-Downs, H.E. (2012). Community based study of sleep bruxism during early childhood. *Sleep Med*. 14(2), 183-188.
 87. Jacobsen, K.H., Ribeiro, P.S., Quist, B.K., Rydbeck, B.V. (2007). Prevalence of intestinal parasites in young Quichua children in the highlands of rural Ecuador. *Journal of health, population, and nutrition*, 25(4), 399-405.
 88. Kampe, T., Tagdae, T., Bader, G., Edman, G., Karlsson, S. (1997). Reported symptoms and clinical findings in a group of subjects with longstanding bruxing behaviour, *Journal of oral rehabilitation*, 24(8), 581-587.
 89. Kasantikul, D., Kanchanatawan, B. (2007). Antipsychotic-induced tardive movement disorders: a series of twelve cases. *Journal-medical association of Thailand*, 90(1), 188-194.
 90. Kato, T., Thie, N.M., Huynh, N., Miyawaki, S., Lavigne, G.J. (2003). Topical review: sleep bruxism and the role of peripheral sensory influences. *Journal of orofacial pain*, 17(3), 191-213.
 91. Kotsiomiti, E., Arapostathis, K., Kapari, D., Konstantinidis, A. (2000). Removable prosthodontic treatment for the primary and mixed dentition. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 24(2), 83-89.

92. Kuloğlu, M., Ekinci, O. (2009). Psikiyatride Bruksizm. In Yeni Symposium, 47(4).
93. Kwon, K.H., Shin, K.S., Yeon, S.H., Kwon, D.G. (2019). Application of botulinum toxin in maxillofacial field: part I. Bruxism and square jaw. *Maxillofacial plastic and reconstructive surgery*, 41(1), 1-13.
94. Lamberg, L. (2008). Despite effectiveness, behavioral therapy for chronic insomnia still underused. *Jama*, 300(21), 2474-2475.
95. Lavigne, G.J., Kato, T., Kolta, A., Sessle, B.J. (2003). Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(1), 30-46.
96. Lavigne, G.J., Khoury, S., Abe, S., Yamaguchi, T., Raphael, K. (2008). Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. *Journal of oral Rehabilitation*, 35(7), 476-494.
97. Lavigne, G.J., Montplaisir, J.Y. (1994). Restless legs syndrome and sleep bruxism: prevalence and association among Canadians. *Sleep*, 17(8), 739-743.
98. Lavigne, G.J., Lobbezoo, F., Rompré, P.H., Nielsen, T.A., Montplaisir, J. (1997). Cigarette smoking as a risk factor or an exacerbating factor for restless legs syndrome and sleep bruxism. *Sleep*, 20(4), 290-293.
99. Lavigne, G.J., Rompre, P.H., Montplaisir, J.Y. (1996). Sleep bruxism: validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. *Journal of Dental Research*, 75(1), 546-552.
100. Lavigne, G.J., Rompre, P.H., Poirier, G., Huard, H., Kato, T., Montplaisir, J.Y.(2001) Rhythmic masticatory muscle activity during sleep in humans. *Journal of Dental Research*, 80(2), 443-448.
101. Lin, C.L., Wang, J.C., Chang, W.J. (2008). Biomechanical interactions in tooth-implant-supported fixed partial dentures with variations in the number of splinted teeth and connector type: a finite element analysis. *Clinical oral Implants Research*, 19(1), 107-117.
102. Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Glaros, A.G., Kato, T., Koyano, K., Lavigne, G.J., de Leeuw, R., Manfredini, D., Svensson, P., Winocur, E. (2013). Bruxism defined and graded: an international consensus, *J Oral Rehabil*, 40(1), 2-4.
103. Lobbezoo, F., van der Zaag, J., Naeije, M. (2006). Bruxism: its multiple causes and its effects on dental implants—an updated review. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(4), 293-300.
104. Lobbezoo, F., Van Der Zaag, J., Van Selms, M.K.A., Hamburger, H.L., Naeije, M. (2008). Principles for the management of bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35(7), 509-523.

105. Lopez-Perez, R., Lopez-Morales, P., Borges-Yanez, S.A., Maupome, G., Pares-Vidrio, G.(2007). Prevalence of bruxism among Mexican children with Down syndrome, *Downs Syndr Res Pract*, 12(1), 45-49.
106. Madrid, G., Madrid, S., Vranesh, J.G., Hicks, R.A.(1998). Cigarette smoking and bruxism. Perceptual and motor skills, 87(3), 898.
107. Manfredini, D., Rossi, D. (2013). Family and school environmental predictors of sleep bruxism in children. *Journal of Orofacial Pain*, 27(2), 135-141.
108. Manfredini, D., Restrepo, C., Diaz-Serrano, K., Winocur, E., Lobbezoo, F. (2013). Prevalence of sleep bruxism in children: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil*, 40(8), 631-642.
109. Manfredini, D., Winocur, E., Guarda-Nardini, L., Paesani, D., Lobbezoo, F. (2013). Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. *J Orofac Pain*, 27(2), 99-110.
110. Mansur-Alves, M., Flores-Mendoza, C., Abad, F.J.(2010). Multi-source assessment of neuroticism trait in school children. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 27(3), 315-27.
111. Marks, M.B. (1980). Bruxism in allergic children. *American Journal of Orthodontics*, 77(1), 48-59.
112. Massignan, C., de Alencar, N.A., Soares, J.P., Santana, C.M., Serra-Negra, J., Bolan, M., Cardoso, M. (2019). Poor sleep quality and prevalence of probable sleep bruxism in primary and mixed dentitions: a cross-sectional study. *Sleep and Breathing*, 23(3), 935-941.
113. Menezes, A.L., Lima, V.M., Freitas, M.T., Rocha, M.O., Silva, E.F., Dolabella, S.S. (2008). Prevalência de enteroparasitoses em crianças de creches públicas da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 50(1),57-59.
114. Micheli, F., Pardal, M.F., Gatto, M., Asconapé, J., Giannaula, R., Parera, I.C. (1993). Bruxism secondary to chronic antidopaminergic drug exposure. *Clinical neuropharmacology*, 16(4), 315-323.
115. Mostafavi, S.M., Jafari, A., Hoseini, S.G., Khademian, M., Kelishadi, R. (2019). The efficacy of low and moderate dosage of diazepam on sleep bruxism in children: A randomized placebo-controlled clinical trial. *J. Res. Med. Sci*, 31, 24–28.
116. Motegi, E., Miyazaki, H., Ogura, I., Konishi, H., Sebata, M. (1992). An orthodontic study of temporomandibular joint disorders Part 1: Epidemiological research in Japanese 6–18 year olds, *The Angle Orthodontist*, 62(4), 249-256
117. Muthu, K., Kannan, S., Muthusamy, S., Sidhu, P. (2015). Sleep bruxism associated with nocturnal enuresis in a 6-year-old child, *Cranio*, 33(1), 38-41.

118. Negoro, T., Briggs, J., Plesh, O., Nielsen, I., McNeill, C., Miller, A.J. (1998). Bruxing patterns in children compared to intercuspal clenching and chewing as assessed with dental models, electromyography, and incisor jaw tracing: preliminary study. *ASDC journal of dentistry for children*, 65(6), 438-449.
119. Ohayon MM, Li KK, Guilleminault, C. Risk factors for sleep bruxism in the general population. *Chest*, 2001, 119(1), 53-61.
120. Oliveira, M.T.D., Bittencourt, S.T., Marcon, K., Destro, S., Pereira, J. R. (2015). Sleep bruxism and anxiety level in children. *Brazilian oral research*, 29, 1-5.
121. Ommerborn, M.A., Schneider, C., Giraki, M., Schafer, R., Handschel, J., Franz, M., Raab, W.H. (2007). Effects of an occlusal splint compared with cognitive-behavioral treatment on sleep bruxism activity. *Eur J Oral Sci*, 115(1), 7-14.
122. Quintero, Y., Restrepo, C.C., Tamayo, V., Tamayo, M., Velez, A.L., Gallego, G., Pelaez-Vargas, A. (2009). Effect of awareness through movement on the head posture of bruxist children. *J Oral Rehabil*, 36(1), 18-25.
123. Özcan, B. (2005). *Bruksizme eşlik eden miyofasyal ağrı sendromlu ve temporomandibular rahatsızlığı olan hastalarda oklüzal splint ve tens tedavilerinin klinik ve ağrı eşiği üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması*, Uzmanlık Tezi, Şişli Etfal Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, İstanbul.
124. Paesani, D. A. (2011). *Bruxism: Theory and practice*, 2 ed. London: Quintessence Publishing, 111-118.
125. Peever, J.H., McGinty, D.J. (2007). What is sleep and why do we sleep? Sleep and pain.
126. Pierce, C.J., Gale, E.N. (1989). Methodological considerations concerning the use of bruxcore plates to evaluate nocturnal bruxism. *Journal of dental research*, 68(6), 1110-1114.
127. Pingitore, G., Chrobak, V., Petrie, J. (1991). The social and psychologic factors of bruxism, *The Journal of prosthetic dentistry*, 65(3), 443-446.
128. Raigrodski, A.J., Christensen, L.V., Mohamed, S.E., Gardiner, D.M. (2001). The effect of four-week administration of amitriptyline on sleep bruxism. A double-blind crossover clinical study. *CRANIO®*, 19(1), 21-25.
129. Ramfjord, S.P. (1961). Bruxism, a clinical and electromyographic study. *The Journal of the American Dental Association*, 62(1), 21-44.
130. Reddy, S.V., Kumar, M.P., Sravanthi, D., Mohsin, A.H., Anuhya, V. (2014). Bruxism: a literature review, *J Int Oral Health*, 6(6), 105-109.
131. Restrepo, C., Manfredini, D., Castrillon, E., Svensson, P., Santamaria, A., Alvarez, C., Manrique, R., Lobbezoo, F. (2017). Diagnostic accuracy of

- the use of parental-reported sleep bruxism in a polysomnographic study in children. *Int J Paediatr Dent*, 27(5), 318-325.
132. Restrepo, C., Manfredini, D., Lobbezoo, F. (2017). Sleep behaviors in children with different frequencies of parental-reported sleep bruxism. *J Dent*, 66, 83-90.
 133. Restrepo, C., Manfredini, D., Manrique, R., Lobbezoo, F. (2017). Association of dietary habits and parental-reported sleep tooth grinding with tooth wear in children with mixed dentition. *BMC Oral Health*, 17(1), 1-9.
 134. Restrepo, C.C., Alvarez, E., Jaramillo, C., Velez, C., Valencia, I. (2001). Effects of psychological techniques on bruxism in children with primary teeth. *J Oral Rehabil.*, 28(4), 354-360.
 135. Restrepo, C.C., Medina, I., Isabel, P. (2011). Effect of occlusal splints on the temporomandibular disorders, dental wear and anxiety of bruxist children. *European Journal of Dentistry*, 5(4), 441-450.
 136. Restrepo, C.C., Vásquez, L.M., Alvarez, M., Valencia, I. (2008). Personality traits and temporomandibular disorders in a group of children with bruxing behaviour. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35(8), 585-593.
 137. Rintakoski, K., Ahlberg, J., Hublin, C., Broms, U., Madden, P.A., Kononen, M., Koskenvuo, M., Lobbezoo, F., Kaprio, J. (2010). Bruxism is associated with nicotine dependence: a nationwide Finnish twin cohort study. *Nicotine Tob Res*, 12(12), 1254-1260.
 138. Rossi, D. Manfredini, D (2013). Family and school environmental predictors of sleep bruxism in children. *Journal of Orofacial Pain*, 27(2),135-141.
 139. Rugh, J.D., Harlan, J. (1988). Nocturnal bruxism and temporomandibular disorders. *Advances in Neurology*, 49, 329-341.
 140. Ruy Carneiro, N.C., de Castro Souza, I., Duda Deps Almeida, T., Serra-Negra, J.M.C., Almeida Pordeus, I., Borges-Oliveira, A.C. (2020). Risk factors associated with reported bruxism among children and adolescents with Down Syndrome. *CRANIO®*, 38(6), 365-369.
 141. Saletu, A., Parapatics, S., Anderer, P., Matejka, M., Saletu, B. (2010). Controlled clinical, polysomnographic and psychometric studies on differences between sleep bruxers and controls and acute effects of clonazepam as compared with placebo. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 260(2), 163-174.
 142. Saletu, A., Parapatics, S., Saletu, B., Anderer, P., Prause, W., Putz, H., Adelbauer, J., Saletu-Zyhlarz, G.M. (2005). On the pharmacotherapy of sleep bruxism: placebo-controlled polysomnographic and psychometric studies with clonazepam. *Neuropsychobiology*, 51(4), 214-225.
 143. Sari, S., Sonmez, H. (2002). Investigation of the relationship between oral parafunctions and temporomandibular joint dysfunction in Turkish child-

- ren with mixed and permanent dentition. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29(1), 108-112.
144. Sari, S., Sonmez, H. (2001). The relationship between occlusal factors and bruxism in permanent and mixed dentition in Turkish children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 25(3), 191-194.
145. Saulue, P., Carra, M.C., Laluque, J.F., d’Incau, E.(2015). Understanding bruxism in children and adolescents, *International Orthodontics*, 13(4), 489-506.
146. Schneider, C., Schaefer, R., Ommerborn, M.A., Giraki, M., Goertz, A., Raab, W.H., Franz, M.(2007). Maladaptive coping strategies in patients with bruxism compared to non-bruxing controls. *Int J Behav Med*, 14(4), 257-261.
147. Senel, G., Dede, H., Karadeniz, D. (2015). In Case Sleep Related Bruxism is Resistant to Treatment, 2(2), 42-43.
148. Seraj, B., Shahrabi, M., Ghadimi, S., Ahmadi, R., Nikfarjam, J., Zayeri, F., Taghi, F.P., Zare, H. (2010). The Prevalence of Bruxism and Correlated Factors in Children Referred to Dental Schools of Tehran, Based on Parent’s Report, *Iran J Pediatr*, 20(2), 174-80.
149. Serra-Negra, J.M., Paiva, S.M., Abreu, M.H., Flores-Mendoza, C.E., Pordeus, I.A. (2013) Relationship between tasks performed, personality traits, and sleep bruxism in Brazilian school children--a population-based cross-sectional study. *PLoS One*, 8(11): e80075.
150. Serra-Negra, J.M., Scarpelli, A.C., Tirsá-Costa, D., Guimaraes, F.H., Pordeus, I.A., Paiva, S.M. (2014). Sleep bruxism, awake bruxism and sleep quality among Brazilian dental students: a cross- sectional study. *Braz Dent J*, 25(3), 241-247.
151. Shetty, S., Pitti, V., Babu, C.S., Kumar, G.S., Deepthi, B.C. (2010). Bruxism: a literature review. *The Journal of Indian prosthodontic society*, 10(3), 141-148.
152. Shim, Y.J., Lee, M.K., Kato, T., Park, H.U., Heo, K., Kim, S.T. (2014). Effects of botulinum toxin on jaw motor events during sleep in sleep bruxism patients: a polysomnographic evaluation. *J Clin Sleep Med*, 10(3), 291-298.
153. Shen, Y.F., Goddard, G. (2007). The short-term effects of acupuncture on myofascial pain patients after clenching. *Pain Pract*, 7(39), 256-264.
154. Simões-Zenari, M., Bitar, M.L. (2010). Factors associated to bruxism in children from 4-6 years. *Pro Fono*. 22(4), 465-472.
155. Simon, E.P., Lewis, D.M. (2000). Medical hypnosis for temporomandibular disorders: treatment efficacy and medical utilization outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90(1), 54-63.

156. Somer, E. (1991). Hypnotherapy in the treatment of the chronic nocturnal use of a dental splint prescribed for bruxism. *International journal of clinical and experimental hypnosis*, 39(3), 145-154.
157. Sousa, H.C.S., Lima, M.D.M., Dantas Neta N.B., Tobias, R.Q., Moura, M.S., Moura, L.(2018). Prevalence and associated factors to sleep bruxism in adolescents from Teresina, Piaui. *Rev Bras Epidemiol*, 21, e180002.
158. Stam, H.J., Mcgrath, P.A., Brooke, R.I. (1984). The treatment of temporomandibular joint syndrome through control of anxiety. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 15(1), 41-45.
159. Stores, G., Stores, R. (2013). Sleep disorders and their clinical significance in children with Down syndrome, *Dev Med Child Neurol*, 55(2), 126-130.
160. Strausz, T., Ahlberg, J., Lobbezoo, F., Restrepo, C.C., Hublin, C., Ahlberg, K., Könönen, M.(2010). Awareness of tooth grinding and clenching from adolescence to young adulthood: a nine-year follow-up, *Journal of oral rehabilitation*, 37(7), 497-500.
161. Şener, S., Karabekiroğlu, S., Ünlü, N. (2014). Assessment of bruxism awareness and related various factors in young adults, *Cumhuriyet Dental Journal*, 17(4), 361-371.
162. Şentürk, Ö. (2018). Çocuklarda enterobius vermicularis enfeksiyonu ile bruksizm arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, *Uzmanlık Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın*.
163. Tachibana, M., Kato, T., Kato-Nishimura, K., Matsuzawa, S., Mohri, I., Taniike, M. (2016). Associations of sleep bruxism with age, sleep apnea, and daytime problematic behaviors in children, *Oral Dis*, 22(6), 557-65.
164. Takemura, T., Takahashi, T., Fukuda, M., Ohnuki, T., Asunuma, T., Masuda, Y.T., Shimizu, T.A. (2006). Psychological study on patients with masticatory muscle disorder and sleep bruxism. *CRANIO®*, 24(3),191-198.
165. Tehrani, M.H., Sadri, L., Mowlavi, G. (2013). Intestinal Parasites and Bruxism in Children, *Iranian Journal of Public Health*, 42(10), 1199.
166. Tehrani, M.H.N., Pestechian, N., Yousefi, H., Sekhavati, H., Attarzadeh, H. (2010). The correlation between intestinal parasitic infections and bruxism among 3-6 year-old children in Isfahan. *Dental Research Journal*,7(2), 51.
167. Researches, O., & Supervision, T. (2005). Glossary of Prosthodontics terms. *J Prosthet Dent*, 94(1), 10-92.
168. Tsukiyama, Y., Baba, K., Clark, G.T. (2001). An evidence-based assessment of occlusal adjustment as a treatment for temporomandibular disorders. *The Journal of prosthetic dentistry*, 86(1), 57-66.

169. Vandas, A.P., Papagiannoulis, L. (2002). Multifactorial analysis of the aetiology of craniomandibular dysfunction in children. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 12(5), 336-346.
170. Vandas, A.P., Menenakou, M., Kouimtzis, T.H., Papagiannoulis, L. (1999). Urinary catecholamine levels and bruxism in children. *Journal of oral rehabilitation*, 26(2), 103-110.
171. Van Rensburg, L.J., Heitmann, L.P., Van Wyk, J.A. (1997). Schistosoma matthei infection in cattle: The course of the intestinal syndrome, and an estimate of the lethal dose of cercariae, *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 64, 65-75.
172. Vélez, A.L., Restrepo, C.C., Peláez-Vargas, A., Gallego, G.J., Alvarez, E., Tamayo, V., Tamayo, M. (2007). Head posture and dental wear evaluation of bruxist children with primary teeth. *Journal of oral Rehabilitation*, 34(9), 663-670.
173. Visscher, C.M., Lobbezoo, F., Naeije, M. (2000). Treatment of bruxism: physiotherapeutic approach, *Ned Tijdschr Tandheelkd*, 107(7), 293-296.
174. Waikagul, J., Krudsood, S., Radomyos, P., Radomyos, B., Chalemrut, K., Jongsuksuntigul, P., Looareesuwan, S., Kojima, S., Thaineau, W.A. (2002). Cross-sectional study of intestinal parasitic infections among schoolchildren in Nan Province, Northern Thailand. *Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 33(2), 218-223.
175. Winocur, E., Gavish, A., Voikovitch, M., Emodi-Perlman, A., Eli I. (2003). Drugs and bruxism: a critical review, *Journal of orofacial pain*, 17(2), 99-111.
176. Yager, J., Gitlin, M.J. (2005). *Clinical manifestations of psychiatric disorders. Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry*, Sadock B.J., Sadock V.A. (Ed.), (Vol. 1) 8th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 8, 998.
177. Yap, A.U., Chua, A.P. (2016). Sleep bruxism: Current knowledge and contemporary management. *J Conserv Dent*, 19(5), 383-389.

Bölüm 13

AĞIZ MIKROBIYOTASI, BIYOFİLM VE *CANDIDA*

*Gülçin ÖZCAN ATEŞ*¹

*Müşerref OTKUN*²

1 Dr. Öğr. Üyesi Gülçin ÖZCAN ATEŞ, (<https://orcid.org/0000-0002-8467-2378>)
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Çanakkale Türkiye. gulcinozcan@comu.edu.tr, gulcinozcan87@gmail.com

2 Prof. Dr. Müşerref OTKUN, (<https://orcid.org/0000-0001-8977-1140>) (Emekli)

1. Giriş

Ağız boşluğu, insan organizmasında bulunan ikinci en çeşitli mikrobiyotayı oluşturmaktadır. Ağız boşluğu, açık bir ekosistem olup, ağızda bulunan mikroorganizmalar iç ve dış etkenlerden sürekli etkilenmektedir. Ağız boşluğunun sabit ekolojik parametresi aşırı anaerobik ve aerobik koşullara sahip alanlarda (örnek olarak yanak mukozası ve dil yüzeyi ile ağız bölgelerinde) kritik olarak farklı seviyelerdeki O₂ varlığıdır. Ağızın farklı bölgelerindeki farklı ekolojik koşullara ve mikrobiyal adaptasyona bağlı olarak, farklı ağız bölgelerinde bulunan mikroorganizmalarda önemli taksonomik farklılıklar gözlenmektedir. Dolayısıyla ağız boşluğunun farklı ekolojik koşullara sahip olması sonucunda polimikrobiyal biyofilmlerin oluşması için ideal bir ortam karşımıza çıkmaktadır. (Lamont vd., 2018; Belstrøm vd., 2021)

2. Mikrobiyal Biyofilm

Son yirmi yılda, mikrobiyal biyofilmlerin araştırılmasına yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Araştırmalar sonucunda ortaya çıkan bilimsel kanıtlar, mikrobiyal yaşam hakkında bildiklerimizi değiştirmeye başlamıştır. Mikroorganizmalar geleneksel olarak kültürlerde serbest yüzen (planktonik) veya besleyici agar plaklarının yüzeylerinde gelişen koloniler olarak çalışılmış olsa da, artık biyofilmlerin çoğu mikroorganizma için tercih edilen ve muhtemelen “doğal” büyüme durumu olduğu kabul edilmektedir. Biyofilm, bir yüzeye yapışmış (veya hava-sıvı ara yüzünde bulunan), hücre dışı bir matrisle çevrili ve serbest türlerinden farklı özelliklere sahip mikrobiyal hücreler topluluğudur. Biyofilm hakkındaki ilk bilimsel belgelenmiş rapor 1683’te Antonie van Leeuwenhoek tarafından Londra Kraliyet Cemiyeti için yazılan bir makalede diş plağı hakkındaki mikroskobik gözlemde belirtilmiştir. Bu gözlemde “Bir erkeğin dişlerinin kabuğundaki bu hayvanların sayısı o kadar çok ki bir krallıktaki erkek sayısını aştıklarına inanıyorum” şeklinde ifade edilmiştir. Günümüzde mikrobiyal biyofilmler, hem biyotik çevreleri (su ortamları, bitki dokuları ve memeli dokuları vb.) hem de abiyotik çevreleri (biyomalzemeler, kateterler ve protez cihazları vb.) içeren çok çeşitli ortamlarda gözlemlenmiştir. Biyofilm yapısının gelişimi ve eşsiz özellikleri, biyofilmi oluşturan (veya üyesi olan) mikrobiyal türlerin özellikleri ile ilgilidir. *Candida* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. ve *Escherichia coli* dahil olmak üzere çoğu tür katı yüzeylerde biyofilm oluştururken, *Bacillus* sp. ve *Mycobacterium* sp. gibi türler hava-sıvı ara yüzlerinde biyofilm oluşturmaktadır. (Gulati ve Nobile, 2016; Martins vd., 2016).

Mikroorganizmalar biyofilm yapılarını oluştururken, fizyolojik işlevleri yerine getirmek ve mikrobiyal patogenezi indüklemek için yoğun bir

şekilde etkileşime girebilirler. Biyofilmdeki hücrelerin etkileşimleri

- Besin maddeleri için rekabet etmek,
- Bir veya daha fazla mikroorganizma ile büyüme veya hayatta kalma için sinerjik olarak etkileşimde bulunmak,
- Başka bir mikroorganizmanın büyümesini engelleyen antagonist bileşikler üretmek.
- Başka bir yerleşik mikroorganizma tarafından üretilen bir virülans faktörünü nötralize etmek.
- Başka bir yerleşik mikroorganizmanın büyümesine bağlı sinyal mekanizmalarına müdahale etmek.

Sonuç olarak, mikroorganizmaların yakından etkileşim halinde olması sebebiyle karışık tür biyofilm yapısının da oluşması muhtemeldir (Kuramitsu vd., 2007; Thein vd., 2009; Kolenbrander vd., 2010; Martins vd., 2016).

Biyofilmler, ilişkili hücrelerin sıklıkla birbirine ve/veya hareketsiz veya canlı bir yüzeye yapışmış, hücre dışı DNA, karbonhidratlar, proteinler, heksozamin, fosfor ve üronik asitten oluşan kendi ürettiği hücre dışı polimerik maddelerden (EPS) oluşan matris içine sarılmış hücre katmanlarından oluşan mikrobiyal hücrelerin yapılandırılmış bir topluluğu olarak tanımlanabilir. EPS matrisi, mikroorganizmalara yalnızca çoğu hücrenin hücre-hücre teması yaşadığı çok katmanlı bir yapı iskelesi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda önemli çevresel girdiler açısından diğer alanlardan farklı bir mikro ortam da oluşturur. pH, redoks ve besin mevcudiyeti dahil olmak üzere mikrobiyal davranışları etkilediği bilinmektedir. (Flemming ve Wingender, 2010; Khatri vd., 2015; Gulati ve Nobile, 2016; Martins vd., 2016; Miquel vd., 2016; Sida vd., 2016; Jiao vd., 2019; Shrestha ve Shakya, 2020).

Biyofilmlerin 10^8 – 10^{11} hücre/g yaş ağırlığa kadar çıkan çok sayıda mikrobiyal tür içerdiği tahmin edilmektedir. Biyofilm oluşumunun standart bir laboratuvar modeli iki operasyonel adımı içerir: (a) yapışma ve (b) biyofilm büyümesi ve olgunlaşması. Biyofilmin erken (0-11 saat), orta seviye (12-30 saat) ve olgun (38–72 saat) olmak üzere üç farklı gelişim aşaması bulunmaktadır. Kısaca, klasik biyofilm yaşam döngüsü, mikrobiyal bağlanma, biyofilm olgunlaşması ve biyofilm dağılımını içeren çok aşamalı bir süreç olarak tanımlanabilir. (Flemming ve Wingender, 2010; Khatri vd., 2015; Gulati ve Nobile, 2016; Martins vd., 2016; Miquel vd., 2016; Sida vd., 2016; Jiao vd., 2019; Shrestha ve Shakya, 2020).

Biyofilmlerin evrensel özelliği fiziksel ve kimyasal yaralanmalara karşı mikroorganizmaya direnç sağlamasıdır. Biyofilm yapısı, mikroor-

ganizmalara sınırlı ilaç penetrasyonu, yavaş büyüme hızı, kısıtlı besin ve stres koşullarına bağlı olarak değişen hücre metabolizma regülasyonu, hücre yoğunluğu ve direnç genlerinin ekspresyonu gibi mekanizmalarla direnç sağlamalarına neden olmaktadır. Olgun biyofilm yapısında yer alan mikroorganizmalar, planktonik mikroorganizmalarla karşılaştırıldığında, antimikrobiyal ajanlara daha fazla direnç göstermektedir. Dolayısıyla, biyofilm yapısındaki mikroorganizmalara antibiyotiklere ve antifungallere direnç sağlar ve doğal immünolojik savunmalara karşı maruziyeti engeller, bu da klinik ortamlarda mücadele etmeyi çok zorlaştırır ve insan sağlığı açısından üstesinden gelinmesi gereken bir yüküdür. Sonuç olarak, biyofilm üreten mikroorganizmalar, birçok inatçı enfeksiyondan sorumludur ve biyofilm ilişkili enfeksiyonlar, hem ekonomik hem de sağlık açısından toplumda büyük bir sorun teşkil etmektedir. Biyofilm oluşumunun herhangi bir aşamasını engelleyecek madde, süreç ve stratejiler, biyofilm ile ilişkili enfeksiyonların kontrolünde potansiyel olarak değerli kabul edilmektedir. (Kuramitsu vd., 2007; Thein vd., 2009; Flemming ve Wingender, 2010; Kolenbrander vd., 2010; Seneviratne vd., 2010; Khatri vd., 2015; Gulati ve Nobile, 2016; Martins vd., 2016; Miquel vd., 2016; Jiao vd., 2019; Shrestha ve Shakya, 2020).

3. Ağız Mikrobiyotası ve Biyofilm

Ağız boşluğundaki mikrobiyom çekirdek mikrobiyom ve değişken mikrobiyom olarak sınıflandırılabilir. Çekirdek mikrobiyom, tüm insanlar için benzer olan ve sağlıklı vücudun farklı bölgelerindeki baskın türlerden oluşur. Değişken mikrobiyom ise yaşam tarzına, fenotipik ve genotipik faktörlere bağlı olarak farklı türlerden oluşmaktadır. Özellikle oral mikrobiyomu, endojen ve eksojen faktörlerin (diyet, sigara, alkol, sosyoekonomik durum, antibiyotik kullanımı ve gebelik) modüle ettiğini destekleyen bilimsel kanıtlar sunulmuştur. (Jia vd., 2018)

Ağız boşluğu, dişler, dişeti oluşu, yapışık diş eti, dil, yanak, dudak, sert ve yumuşak damak gibi birçok mikrobiyal habitattan oluşur ve çok çeşitli mikrobiyal türleri bulundurmaktadır. İnsanların ağız boşluğunda 700'den fazla farklı mikroorganizma türü tespit edilmiş olup, arkeler, bakteriler, funguslar, protozoalar ve virüsler içermektedir. Her türün kendine özgü rolü vardır ve konakçı ile güçlü bir şekilde etkileşim halindedir. *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* ve *Proteobacteria* ailesine ait bakteriler muhtemelen ağız sağlığı için en önemli olanlardır. Ağız boşluğunda en fazla bulunan bakteri cinsleri ise *Streptococcus*, *Prevotella*, *Haemophilus*, *Rothia*, *Veillonellaceae*, *Neisseria*, *Fusobacterium* ve *Porphyria* cinsleridir. Son zamanlarda, 16S rRNA analizleri ile *Chloroflexi*, *Synergistetes*, *Chlorobi*, *Gracilibacteria*, *Saccharibacteria* ve diğer daha az bilinen cinsler de tanımlanmıştır. (Cho vd., 2014; Marsh vd., 2015; Jia vd., 2018)

Ağız boşluğunda bulunan mikroorganizmalar simbiyotik, fırsatçı patojen ve patojen olarak bulunabilir. Oral mikrobiyota genellikle bir biyofilm şeklinde bulunur ve oral homeostazın sağlanmasında, ağız boşluğunun korunmasında ve hastalık gelişiminin önlenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Konaktaki oral mikrobiyota-ekoloji dengesinin bozulması genellikle diş çürükleri, apikal periodontitis, periodontal hastalıklar, perikoronit ve kraniyofasiyal kemik osteomyelitini içeren bir dizi oral enfeksiyon hastalığına neden olur. Oral mikrobiyota ayrıca kardiyovasküler hastalık, zatürree, kalp hastalığı, romatoid artrit, pankreas kanseri, kolorektal kanser, özofagus kanseri, felç ve olumsuz gebelik sonuçları gibi çeşitli sistemik hastalıklarla da ilişkilidir. Dolayısıyla insan oral mikrobiyotası, son zamanlarda hastalıklar için biyobelirteç olarak kabul edilmektedir. Hastalıkların teşhisi, hastalık tedavisine yardımcı olmak ve kişiselleştirilmiş ilaçlar geliştirmek için yeni bir odak araştırması haline gelmiştir. (Larsen ve Fiehn, 2017; Bandar vd., 2019; Jiao vd., 2019)

Ağız, besleyici, nemli ve sıcak ortam olması dolayısıyla mikrobiyal büyüme ve çoğalma için ideal bir kuluçka ortamı oluşturmaktadır. Mikroorganizmalar, konakçı ve diyet arasındaki karmaşık dinamik etkileşimler, mikrobiyal kolonizasyona ve ardından patojenik biyofilm oluşumuna neden olur. Ağızda biyofilmler olarak bilinen diş veya diş malzemesi yüzeylerinde biyofilm oluşumu, diş çürükleri, periodontitis ve endodontik enfeksiyonlar dahil olmak üzere birçok oral enfeksiyon hastalığında bir virölans faktörü olarak açıkça tanınmıştır. (Larsen ve Fiehn, 2017; Bandar vd., 2019; Jiao vd., 2019)

Dental biyofilm, dişlerde ve destek dokularında hastalıklara yani diş çürüklerine ve periodontal hastalıklara neden olmaktadır. Diş çürüğü, çevre dokularda eşzamanlı iltihaplanma olmaksızın dişlerin demineralizasyonu ile karakterize edilirken, tedavi edilmezse devamı olan minber ve apikal periodontitis enfeksiyonlarını oluşturmaktadır. Benzer şekilde gingivitis, periodontitis ve peri-implantitis gibi periodontal hastalıklar da inflamatuvar bir yanıtı neden olmaktadır. (Larsen ve Fiehn, 2017)

Dental restorasyonlar (diş implantları, cerrahi veya cerrahi olmayan periodontal tedaviler ve kanal tedavisi vb.) diş hastalıkları için birincil tedavi planı olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu tedavi planı diş sağlığı üzerine etkili olan ikincil biyofilm enfeksiyonlarını tamamen ortadan kaldırılamaz. Bu enfeksiyonların sonuçları, biyofilmlerin konumuna ve diş materyallerinin özelliklerine bağlıdır. Diş-restorasyon sınırında biyofilmler tarafından asit üretimi, restorasyon başarısızlıklarının ana nedeni olan ikincil çürüklere neden olur. Dental restorasyonlardan sonra klinik olarak pulpa enfeksiyonları da gözlemlenmiştir. Kanal tedavisinden sonra kök kanal sistemi içinde kalan biyofilmler, yeniden enfeksiyonlara ve kalıcı apikal periodontite neden olabilir. Periodontal dokulardaki ve diş

implantlarındaki biyofilmler periodontitis ve peri-implantitis'e neden olabilir. (Jiao vd., 2019)

4. Ağız Mikobiyomu, Biyofilm ve *Candida*

Fungusların 3,8 milyon türden oluştuğu tahmin edilmektedir. Diğer canlı mikroorganizmalarla karmaşık ve henüz bilinmeyen etkileşimlerde yer alan yaşam formlarının taksonomik ve işlevsel bir çeşitliliğini temsil etmektedirler. Funguslar mikroökaryotlardır ve bakterilere kıyasla insan mikrobiyomunun daha küçük bir bölümünü oluşturarak “insan mikrobiyomu” oluştururlar. (Vallianou vd., 2021)

Oral mikolojideki araştırmaların büyük çoğunluğu yakın zamana kadar hem klinik hem de bilimsel açıdan önemli fırsatçı patojen olan *Candida* cinsi mayalar üzerine gerçekleştirilmiştir. *Candida* cinsi dışında kültüre edilebilen diğer funguslar ise *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Cryptococcus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Hemispora*, *Hormodendrum*, *Penicillium*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Scopulariopsis* türleri olduğu belirlenmiştir. Ağızdan kültüre edilebilen funguslar ile ilgili çalışmalarda çok sınırlı cinsler belirlenmiş olup, özellikle son zamandaki moleküler çalışmalar da ağızdaki mikrobiyomun çeşitliliğini ortaya çıkarmıştır (Diaz vd., 2017; Bandara vd., 2019; Hong vd., 2020).

Özellikle yeni nesil dizileme (NGS) teknolojisi mikrobiyota çalışmalarında çığır açmıştır. ITS bölgelerine benzer hedefler ve rRNA (16S, 5.8S ve 28S rRNA genleri) bileşenlerinden türetilen klon kitaplıkları kullanan NGS ile daha gelişmiş ve kapsamlı fungal ribozomal veri tabanları oluşturulmuştur, fakat bu veri tabanları hala tam olarak oluşturulamamıştır. Bununla birlikte özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar, oral mikrobiyom da dahil olmak üzere insan mikrobiyomunun şaşırtıcı çeşitliliğini ortaya koymuştur. Nadir biyosferin üyeleri olarak, yakın zamanda tanımlanmış bu kültüre edilemeyen fungusların büyük bir bölümünün fizyolojisi, yaşam tarzı ve konakçı-patojen etkileşimleri henüz tam olarak çözülmemiştir. (Ghannoum vd., 2010; Dupuy vd., 2014; Bandar vd., 2019)

NGS kullanan daha yeni mikrobiyom çalışmaları, ağızdan alınan örneklerin çoğunda *Malassezia* türlerinin bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu mikroorganizma ağızdan nadiren izole edilmiştir. *Malassezia* cinsinin ağız sağlığı ve hastalıkta ki rolü henüz tanımlanmamıştır. (Dupuy vd., 2014; Bandar vd., 2019; Hong vd., 2020)

Mayalar, yapay malzemelerin yüzeylerine yapışmakta ve biyofilm oluşturmaktadırlar. Dişler, diş dolguları ve protezler, ortodontik cihazlar, dil mücevheratı ve ağız boşluğunda bulunan endotrakeal tüp gibi yapay ve doğal olarak yenilenmeyen yüzey çeşitleri mayalar için bir rezervuar olabilmektedir ve bu yapılar düzenli olarak temizlenmediğinde potansiyel bir

enfeksiyon kaynağı olmaktadır. Bu yüzeylerde mayalar, antimikrobiyal tedaviye doğal olarak dirençli ve yüksek mukozal inflamasyon seviyeleri ile ilişkili olduğu bildirilen karmaşık kandidal-bakteriyel biyofilm konsorsiyumunu hızla oluşturmaktadır. Yatkınlaştırıcı faktörlerin kontrolü ve biyofilm yapısının kontrolü olmaksızın antimikrobiyal tedavi nükse neden olur (Jabra-Rizk vd., 2004; Rautemma ve Ramage, 2011; Martins vd., 2016).

Candida türleri, insanlarda ve çevrelerinde çok yaygın olarak bulunan aseksüel, diploid, dimorfik mantardır. *Candida* mayaları genellikle kommensaldır. *Candida albicans* sağlıklı insan mikrobiyotasının bir üyesidir, konakçının bağışıklığı zayıfladığında fırsatçı enfeksiyona neden olabilen kommensal fungal patojendir. Patojenik *Candida* cinsi enfeksiyonlarının çoğu, konağın derisini ve mukozal zarını etkiler ve vajinit, oral kandidiyazis, kutanöz kandidiyazis, kandidemi ve sistemik enfeksiyonlara neden olabilir. *Candida* türleri nozokomiyal invaziv enfeksiyonun en yaygın bilinen dördüncü etkenidir. Konak mikrobiyotası ve immün sistemindeki değişiklikler ve çevresel varyasyonlar *Candida* enfeksiyonuna neden olur. *Candida* enfeksiyonu için yaygın risk faktörleri arasında antibiyotik kullanımı, gebelik, diabetes mellitus, bağışıklığı riskli durumlar, intravenöz ilaç kullanımı, oral kontraseptifler ve yetersiz tedavi yer almaktadır. İmmün sistemi baskılanmış, yaşlı, uzun süreli antibakteriyel ve agresif kanser kemoterapisi alan veya invaziv cerrahi prosedürler geçiren ve organ nakli yapılan hasta sayısının artması ile özellikle bu hastalarda *Candida* enfeksiyonu endişe verici bir fırsatçı hastalık olarak ortaya çıkmıştır. *C. albicans* türü genellikle ciddi fungal enfeksiyonu tanımlanmış ve belirlenmiş olsa da özellikle son zamanlarda diğer *Candida* türleri de fırsatçı patojenler olarak ortaya çıkmıştır. Son yirmi yılda dünyanın farklı yerlerinde ve çeşitli klinik ortamlarda *Candida* enfeksiyonu insidansında bir artış olmuştur. (Khatrı vd., 2015; Martins vd., 2016; Shrestha ve Shakya, 2020).

Candida albicans, mayaların neden olduğu mukozal ve sistemik fungal enfeksiyonları ile ağırlıklı olarak ilişkili olan türdür. Bununla birlikte, non-albicans türler, büyük bir fırsatçı patojenler olarak ortaya çıkmıştır. *Candida* cinsi mayalar insan ağız boşluğunda yaşar ve en sık izole edilen türü ise *Candida albicans* olup, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis* ve *Candida krusei* sıklıkla ağız boşluğundan izole edilmiştir. *Candida* türleri de oral plak biyofilmlerinin önemli bileşenleri olarak kaydedilmiştir. (Thein vd., 2009; Martins vd., 2016)

Kommensal mikrobiyomun bileşimi, bakteri çeşitliliğine ve bağışıklık sistemi tarafından düzenlenen konakçının durumuna bağlıdır. Kommensal bakteriler ve konakçı bağışıklık sistemi arasındaki dengede bir bozulma, sınırlı ağız boşluğunda bile sağlıklı bir durumdan hastalıklı bir duruma geçişle sonuçlanır. *Candida* türleri, çekirdek oral mikrobiyota-

nın bileşenleri olarak iyi bilinmektedir. Yaşlanma, diş kaybı, takma diş takma, dokuların yaşlanması ve sistemik hastalıklar (diabetes mellitus, maligniteler, doku implantasyonu vb.) oral homeostazı bozar ve oral mikrobiyotanın parçası olan *Candida* türleri enfeksiyonlara neden olabilir. Özellikle *C. albicans* türü bağışıklığı baskılanmış konaklarda oral kandidiyaza neden olur. *Candida* türleri sıklıkla protez ve kateter gibi tıbbi cihazlarda kolonize olur ve biyofilm oluşturur. Bu nedenle, *Candida* protezlerdeki biyofilm, bakteri çeşitliliğinde azalmaya ve ardından oral mikrobiyotanın bileşiminde bir değişikliğe yol açar. (Cho vd., 2014; Martins vd., 2016)

Hayatta kalmak ve tür devamlılığı için hemen hemen tüm patojenik mikroorganizmalar etkili bir virülans faktörüne yardımcı olacak kolonizasyon, invazyon ve patogeneze gibi teknikler geliştirmiştir. Biyofilm, *Candida* türlerinin virülansına katkıda bulunan önemli faktörlerden biridir. Yapışma, hücre dışı hidrolaz üretimi, hemoliz, fenotipik değişim ve filamentasyon gibi virülans faktörlerinin tümü, *Candida* türlerinin patogenezi etkileyebilmektedir. *Candida* türleri glikoz içeren ortamlarda yapışkan madde üretmektedir. Olgun *Candida albicans* biyofilmlerinin ayrıntılı yapısına bakıldığında yoğun bir maya, hif ve psödohif açısından oluştuğu belirlenmiştir. Biyofilm oluşturma avantajları arasında çevreden korunma, besin bulunabilirliği, metabolik işbirliği ve yeni özelliklerin edinilmesi yer almaktadır. Bu özellikle önemlidir, çünkü tüm insan mikrobiyal enfeksiyonlarının yaklaşık % 65'inin biyofilm içerdiği tahmin edilmektedir. *Candida* türleri, çoğu implante edilmiş biyomateryaller, konakçı yüzeyler ve biyofilm oluşumu ile karşılaşmalarını kolaylaştıran, insanların normal yerleşim yerlerinde sıklıkla bulunur; bu, konakçı savunmalarından kaçmaya yardımcı olur, kalıcı bir enfeksiyon kaynağı olarak bulunur ve antifungal ajanlara karşı direnç geliştirir. Kateterler ve diğer prostetik cihazlar üzerinde kapsamlı biyofilm oluşturma yeteneği, intravasküler nozokomiyal enfeksiyonun etiyolojik bir ajanı olarak prevalansına katkıda bulunur. Biyofilm üreten dirençli *Candida* türleri, özellikle terapötik ve profilaktik stratejilerin tasarımında sağlık personeli ve ilaç şirketleri için büyük bir zorluk teşkil etmektedir; başarısızlık, yüksek mortalite ve uzun süreli hastanede kalış nedeniyle ekonomik sorunlara yol açmaktadır. (Dhale vd., 2014; Khatri vd., 2015; Sida vd., 2016; Shrestha ve Shakya, 2020). Ek olarak, biyofilm üreten türler enfekte hastaların ölümü ile de ilişkilendirilmiştir. Kimyasal veya mekanik tedaviden sonra protezlerde hayatta kalan *Candida* hücreleri, besinlerin varlığında biyofilm oluşturarak kronik enfeksiyonun nüksetmesine neden olmaktadır. (Tumbarello vd., 2007; Silva vd., 2011; Tumbarello vd., 2012; Martins vd., 2016).

Ağız boşluğundaki sağlık, mikroorganizmaların istilasını önlemek için bir bariyer görevi gören mukozal yüzeylere bağlıdır. Hem bakteri hem de fungus içeren oral ekoloji, patojenler tarafından büyümeyi ve koloni-

zasyonu en aza indirmeye çalışır. Tüm mikroorganizmalar arasındaki bu denge fiziksel, kimyasal ve metabolik etkileşimler yoluyla sağlanmaktadır. (Krom vd., 2014; Sultan vd., 2018).

İlginç bir şekilde, ağız boşluğunda ortak kolonize ediciler olarak *Streptococcus* türlerinin *C. albicans* türünün üremesi için karbon kaynağı sağladığı ve ağız boşluğu içinde kalması için yapışma bölgeleri sağladığı belirlenmiştir. *C. albicans* türü sakkaroz ve glikozun yanı sıra fermente edilemeyen laktatı da kullanabilir, bu nedenle *Streptococcus mutans* türlerinin oluşturduğu laktik asidi *C. albicans* türünün karbon kaynağı olarak kullandığı belirlenmiştir. Bununla birlikte *C. albicans* türü hem aerobik hem de anaerobik koşullar altında gelişebilir. Dolayısıyla oral biyofilmelerde bulunan sınırlı oksijeni kullanarak anaeroblar için uygun koşullar sağlamaktadır. *C. albicans* türü oksijen gerilimini *Streptococcus gordonii* için uygun seviyelere indirerek *S. gordonii* türünün hayatta kalmasını ve kolonizasyonunu desteklediği belirlenmiştir. (Jenkinson ve Lamont, 2005; Krom vd., 2014; Sultan vd., 2018).

Ağız boşluğundaki bakteri-fungus ilişkisinin konakçı üzerine etkileri olabileceği sıçan modeli kullanılarak yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Sıçan modeli kullanılarak yapılan çalışmada *C. albicans* ile *S. mutans* arasındaki birlikteliğin diş çürüğünün gelişimini artırabileceği belirlenmiştir. (Metwalli vd., 2013; Krom vd., 2014)

Bakteriler, “çoğunluğu algılama” (quorum sensing, QS) olarak isimlendirilen sinyaller aracılığıyla iletişim sağlarlar. Çoğunluğu algılama süreci “QS molekülleri” olarak adlandırılan küçük moleküllerin üretimi, salgılanması ve algılanmasını ifade etmektedir. Bu moleküller spesifik olabilir. Gram negatif bakteriler açillenmiş homoserin laktonlar (HSL) üretirken, Gram-pozitif bakteriler ise türe özgü küçük sinyal peptidleri üretebilir. Alternatif olarak, QS molekülleri, LuxS gen ailesi tarafından sentezlenen otoindükleyici-2 (AI-2) gibi daha genel molekülerde olabilir. AI-2 sinyalinin ağız boşluğu içindeki biyofilm oluşumunu ve mikrobiyal bileşimi etkilediği belirlenmiştir. *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* ve *Streptococcus spp.* gibi LuxS genini taşıyan birçok oral bakteri tarafından salgılanan türler arası iletişim sinyali AI-2 molekülü karışık *C. albicans* biyofilmleri içindeki etkileşimlerde yer alır. Örneğin, *S. Gordonii* türünün *C. albicans* ile etkileşiminde hif oluşumunu artırır ve biyofilm gelişimini destekler; bu etkinin luxS mutantında azaldığı belirlenmiştir. Özetle, hem bakteri hem de fungal kaynaklı QS moleküllerinin hücre dışı ve her yerde bulunan doğası nedeniyle, ağız ekolojisinde kimyasal etkileşimlerin meydana geldiği ve sağlıklı bir dengenin korunmasında yer aldığı açıktır. (Bamford vd., 2009 Kolenbrander ve diğerleri, 2010; Zijne ve diğerleri, 2010 Wright vd., 2013; Krom vd., 2014).

Son in vitro çalışmalarda, karışık biyofilm oluşumu sırasında *C. albicans* türünün bakteriyel patojen olan *Staphylococcus aureus* türünü antimikrobiyallere karşı koruma sağladığı belirlenmiştir. Mekanizmanın, biyofilm yapısında, fungal hücre duvarından salgılanan polisakkaritleri içerdiği gösterilmiş olsa da, salgılanan moleküllerin aracılık ettiği QS veya hücre-hücre iletişiminin de artan bakteriyel ilaç toleransına katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, ağız boşluğundaki bakteriyel-fungal biyofilmlerde benzer süreçlerin meydana gelip gelmediği ise araştırılmaktadır. Kombine olarak, bu çalışmalar fungusların oral mikrobiyomun önemli bir bileşenini temsil ettiğini göstermektedir. (Krom vd., 2014; Kong vd., 2016; Kong vd., 2017)

5. Klinik *Candida* İzolatlarının Biyofilm Oluşturma Kapasiteleri ve Antifungal Duyarlılıkları İle İlgili Çalışmalar

İnsanların mikrobiyotasından ya da hastalık etkeni olarak belirlenen *Candida* türlerinin biyofilm oluşturma kapasitelerinin belirlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar literatürde yer almaktadır.

Dhale, Ghorpade ve Dharmadhikari, (2014) selülit, septisemi, keto-asidoz, pnömoni, solunum yolu enfeksiyonları, deri enfeksiyonları, apse, diyabet, retro viral hastalıklar, böbrek yetmezliği, kalp hastalıkları, idrar yolu enfeksiyonları, menenjit, ağız lezyonları, diş çürüklerinden elde ettikleri 425 klinik *Candida* izolatının biyofilm oluşumunun tespiti için en hassas ve spesifik olan yöntemi belirlemek için 3 farklı kantitatif yöntemi (XTT (2,3-bis-(2-metoksi-4-nitro-5-sülfenil)-2H-tetrazolyum-5- karboksianilid) indirgeme testi, yüzde iletim (percentage transmission, %T) ve Kristal viyole yöntemi) karşılaştırmışlar. Sonuç olarak 425 izolatının XTT indirgeme testi ile %16,94'ünün (72 izolat) biyofilm oluşturduğunu tespit etmişler. Yüzde iletim (% T) yöntemi ile ise %13,17'sinin (56 izolat) ve Kristal viyole yöntemi ile de %11,76'sının (50 izolatın) biyofilm oluşturduğunu tespit etmişler. Yüzde İletim (% T) ve Kristal viyole yöntemiyle karşılaştırıldığında, XTT indirgeme testinde daha fazla biyofilm oluşturma kapasitesine sahip izolatın belirlendiğini bildirmişlerdir. Biyofilm oluşturma kapasitesinin belirlenmesinde en hassas ve doğru yöntemin XTT indirgeme testi olduğunu belirtmişlerdir.

Khatri, Sumana, Mahale ve Kishore, (2015) yoğun bakım ünitesinde yatan 80 kişiden *Candida* izolatları elde etmişler. İzolatların biyofilm üretme potansiyelini Congo Red Agar (CRA), tüp yöntemi (TM) ve doku kültürü plak yöntemi (TCP) kullanarak ve antifungal dirençliliklerini Vitek-2 ile belirlemişler. Seksen adet izolattan 58 tanesinin non- albicans (*C. tropicalis* (38, %47,5), *C. famata* (9, %11,25), *C. parapsilosis* (4, %5), *C.*

glabrata (3, %3,75), *C. krusei* (2, %2,5) ve *C. lusitaneae* (2, %2,5)) türü olduğunu, 22 tanesinin ise *C. albicans* olduğunu belirlemişler. Doku kültürü plak yöntemi ile izolatların 29'unu güçlü, 20'sinin orta düzeyde biyofilm üreticisi olduğunu tespit etmişler. TM'ye göre güçlü biyofilm üretici sayısının 13, orta düzeyde 33 ve zayıf veya biyofilm olmayan üretici sayısının 34 olduğunu belirlemişlerdir. CRA yönteminde ise sadece 4 izolatın yüksek düzeyde biyofilm üreticisi olduğunu belirlemişlerdir. Standart TCP yönteminde toplam test edilen izolatın 49'unun (% 61,25) biyofilm üreticisi olduğu, TM yönteminde ise 46 (% 57,50) izolatın biyofilm üreticisi olduğu ve iki sonuç arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. CRA yönteminde ise sadece 28 (% 35) izolat biyofilm üreticisi olduğunu belirlemişlerdir. 80 *Candida* izolatından non-*albicans* türü olan 38 (%47,5) izolatının ve 11 (%13,75) *C. albicans* izolatının biyofilm oluşturduğunu belirlemişlerdir. Non-*albicans* türlerinden ise *C. tropicalis* türünün (27 izolat, % 33,75) en yüksek biyofilm üreticisi olduğunu belirlemişler. İzolatların antifungal dirençliliklerini ise; flusitozin için, MİK 4 µg/mL gösteren izolatlar duyarlı, 8-16 µg/mL orta ve ≥ 32 µg/mL dirençli ve amfoterisin B için, MİK 1,0 µg/mL gösteren izolatlar duyarlı, > 1 µg/mL olanlar dirençli olarak kabul edilmiştir. Biyofilm üreten *C. albicans* türlerinin flukonazol ve flusitozine karşı direnç paterninin %60 ve % 70'den fazla olduğunu, vorikonazol ve kaspofungine karşı ise yaklaşık %20 direnç paterninin olduğunu belirlemişlerdir. Biyofilm üreten *C. tropicalis* türüne karşı ise flukonazol, flusitozin ve vorikonazol için yaklaşık %75, %80 ve %30 direnç paternine sahip olduğu, kaspofungin için ise yaklaşık %4'ünün direnç paternine sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, TCP yönteminin biyofilm üretimini tespit etmek için en hassas, en tekrarlanabilir, doğru, verimli ve spesifik yöntem olduğunu ve laboratuvarlarda biyofilm üreten *Candida* tespiti için genel bir tarama yöntemi olarak önermişlerdir.

Martins ve ark., (2016) 29-92 yaş aralığındaki 33 kadın ve 33 erkek hastadan diş protezlerinden oral swablar ile örnek toplamışlar. CHROMagar *Candida* kullanarak izole ettikleri tüm *Candida* izolatlarını biyofilm oluşturma yeteneklerini XTT yöntemi ile değerlendirmişler. İzolatları hem tek tür hem de kombinasyonlar halinde değerlendirmişler. Topladıkları örneklerden en sık izole edilen türün *Candida albicans* (%63) olduğunu, *C. tropicalis* (%14), *C. glabrata* (%13), *C. rugosa* (%5), *C. parapsilosis* (%3) ve *C. krusei* (%2) türlerini de izole ettiklerini bildirmişlerdir. *C. albicans* SC5314 izolatının 6 saat 37°C inkübasyondan sonra non-*albicans* türlerden daha yüksek biyofilm oluşturma kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Tüm *C. albicans* izolatlarının kombinasyonlarının tek olduğundan daha az biyofilm oluşturma kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Tek tür *C. albicans* biyofilmlerinde bulunan hiflerin aksine, *C. albicans*/non-*albicans* kombinasyonlarındaki seyrek maya formlarından ve bir

ağ oluşturan bol tomurcuklanan maya hücrelerinden oluştuğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar *C. albicans* ve test edilen *Candida* türlerinin, görünür antagonizma sergileyen biyofilmlerde birlikte var olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmaları ile *C. albicans* /*C. rugosa* biyofilmini ilk kez tanımlamışlardır.

Sida ve ark. (2016) idrar, balgam, endotrakeal tüp sekresyonu, doku, oral swablar ve diğer klinik örneklerden izole ettikleri 67 *Candida* izolatının (26 adet *C. albicans* ve 41 adet non-*albicans* izolatının) biyofilm üretme yetenekleri TM ve CRA yöntemi ile tespit etmişler. 67 *Candida* izolatından 38 tanesinin (%56,73) *C. tropicalis*, 26 tanesinin (%38,80) *C. albicans*, 2 tanesinin (%2,98) *C. guilliermondii* ve 1 tanesinin (%1,49) *C. parapsilosis* olduğu belirlemişler. TM ile 67 izolatın %68,65'inin (46 tanesinin) ve CRA ile ise %61,19 (41 tanesininin) biyofilm oluşturduğunu tespit etmişler. 26 adet *C. albicans* izolatından 16 tanesinin ve *C. parapsilosis* izolatının hem TM hem de CRA yöntemi ile biyofilm oluşturduğunu tespit etmişler. 38 *C. tropicalis* izolatından ise TM ile 29 tanesinin (%65) ve CRA ile ise 24 tanesinin (%63) biyofilm üreticisi olduğu belirlemişlerdir. Doku, endotrakeal aspirat ve idrardan izole edilen izolatların biyofilm pozitifliğinin diğer bölgelerden alınan izolatlara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Oral swap olarak alınan 8 (4 tanesi *C. albicans* ve 4 tanesi *C. tropicalis*) izolatın TM ile 5 tanesinin, CRA ile ise 4 tanesinin biyofilm oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, izole edilen çeşitli klinik örneklerde non-*albicans* türlerinin prevalansının arttığı ve *C. albicans* türleri ile karşılaştırıldığında daha güçlü biyofilm üreticileri olduğunu belirtmişlerdir. Ek olarak potansiyel bir virülans faktörü olarak biyofilm oluşumunun, non-*albicans* türleri için *C. albicans*'a göre daha yüksek bir önem gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Shrestha ve Shakya, (2020) ağız boşluğundan izole edilen *C. albicans*'ın in vitro hemolitik aktivitesini ve biyofilm oluşturma kapasitelerini üç farklı yöntemle araştırmışlar. Genel insan popülasyonundan 200 oral çalkalama suyu örneği, Nepal Tribhuvan Üniversitesi, Hattisar, Dharan, Merkez Teknoloji Kampüsü mikrobiyoloji laboratuvarında analiz etmişler. İzole ettikleri *Candida albicans* kültürlerini geleneksel mikrobiyolojik yöntemlerle koloni özellikleri, basit boyama, germ tüp ve klamidospore özelliklerine göre tanımlamışlar. Hemolitik aktivite, biri % 3 glikozlu (SDBwG) ve diğeri glikozsuz (SDBwoG) olmak üzere %7 defibrine insan kanı içeren iki farklı Sabouraud Dekstrozu Broth ortamı (SDB) aracılığıyla değerlendirmişler. Biyofilm oluşumunu ise Congo Red Agar (CRA), tüp yöntemi (TM) ve doku kültürü plak (TCP) yöntemi ile değerlendirmişler. Bu çalışmada, 200 oral çalkalama suyu örneğinden %21'inde (42 tanesinde) *C. albicans* izole etmişler. *C. albicans* izolatlarının glikozsuz insan kanı SDB besiyerinde %28,66 ve %3 glikozlu insan kanı SDB besiyerinde

de %43,55'inin hemoliz aktivitesi gösterdiğini belirlemişler. TCP yönteminin TM ve CRA yöntemine kıyasla biyofilmin kantitatif taraması için daha hassas, spesifik ve doğru yöntem olarak belirlemişler. Bu araştırma, *C. albicans*'ın glikozlu insan kanında (SDBwG), glikozsuz insan kanına (SDBwoG) göre daha fazla hemolitik aktivite sergilediğini göstermiştir. Sonuç olarak artmış kan şekeri konsantrasyonunun *C. albicans*'ın artmış hemoliz aktivitesine katkıda bulunabileceğini açıklamaktadır. Diyabetik hastalar gibi kan şekeri yüksek konakçıda oral kandidiyaz gibi enfeksiyonu indüklemeye patojenik rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

Vitális ve ark. (2020) Macaristan, Debrecen'deki 1667 yataklı Üniversite Klinik Merkezi'nden Ocak 2013 ve Aralık 2018 arasında 127 kandidemi vakasından toplanan 127 *Candida* izolatının biyofilm oluşumu, sırasıyla biyofilm kütlesi ve metabolik aktivite ölçülerek kristal mor ve XTT testleri kullanılarak değerlendirmişler. İzolatlar, hem biyofilm kütlesi hem de metabolik aktivite açısından düşük, orta ve yüksek biyofilm üreticileri olarak sınıflandırmışlar.

Çalışmaları incelediğimizde *Candida* cinsi mayaların biyofilm oluşturma kapasitelerinin belirlenmesinde farklı besiyerleri ve yöntemlerin kullanıldığı gözlenmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar biyofilm oluşturma kapasitesinin belirlenmesinde en çok tercih ettikleri ve doğru sonuç verdiğini belirttikleri yöntemin XTT testi olduğunu belirtmişlerdir.

6. Sonuç

Ağız boşluğundaki tüm yüzeyler mikrobiyota tarafından kolonize edilmektedir. Ağız içerisindeki bu dengeye homeostaz denir. Ağız içindeki çekirdek ve değişken mikrobiyota konakçı için faydalı olabileceği gibi eksojen ve endojen faktörlere bağlı olarak zararlı da olabilir. Özellikle ağız homeostazının baskılanması durumunda mikrobiyota değişebilir ve hastalıklar gelişebilir. Ağız boşluğunda hemostazı sağlayan mikroorganizmalar çoğunlukla biyofilm yapısında bulunmaktadır. Dolayısıyla dental biyofilmdeki homeostaz bozulursa çürük ve/veya periodontal hastalıkların gelişmesine ek olarak sistemik hastalıklara neden olabilir. *Candida* cinsi mayalarda ağız boşluğu mikrobiyotasının doğal üyeleridir ve biyofilm oluşumunda rol almaktadırlar.

KAYNAKLAR

- Bamford, C. V., d'Mello, A., Nobbs, A. H., Dutton, L. C., Vickerman, M. M., Jenkinson, H. F. (2009). *Streptococcus gordonii* modulates *Candida albicans* biofilm formation through intergeneric communication. *Infection and immunity*, 77(9), 3696-3704. <https://doi.org/10.1128/IAI.00438-09>
- Bandara, H. M. H. N., Panduwawala, C. P., Samaranayake, L. P. (2019). Biodiversity of the human oral mycobiome in health and disease. *Oral diseases*, 25(2), 363-371. <https://doi.org/10.1111/odi.12899>
- Belström, D., Constancias, F., Drautz-Moses, D. I., Schuster, S. C., Veleba, M., Mahé, F., Givskov, M. (2021). Periodontitis associates with species-specific gene expression of the oral microbiota. *npj Biofilms and Microbiomes*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41522-021-00247-y>
- Cho, T., Nagao, J. I., Imayoshi, R., Tanaka, Y. (2014). Importance of diversity in the oral microbiota including *Candida* species revealed by high-throughput technologies. *International journal of dentistry*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/454391>
- Dhale, R. P., Ghorpade, M. V., Dharmadhikari, C. A. (2014). Comparison of various methods used to detect biofilm production of *Candida* species. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 8(11), DC18. DOI: 10.7860/JCDR/2014/10445.5147
- Diaz, P. I., Hong, B. Y., Dupuy, A. K., Strausbaugh, L. D. (2017). Mining the oral mycobiome: methods, components, and meaning. *Virulence*, 8(3), 313-323. <https://doi.org/10.1080/21505594.2016.1252015>
- Dupuy, A. K., David, M. S., Li, L., Heider, T. N., Peterson, J. D., Montano, E. A., ... Strausbaugh, L. D. (2014). Redefining the human oral mycobiome with improved practices in amplicon-based taxonomy: Discovery of *Malassezia* as a prominent commensal. *PLoS ONE*, 9(3), e90899. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090899>
- Flemming, H. C., Wingender, J. (2010). The biofilm matrix. *Nature reviews microbiology*, 8(9), 623-633. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2415>
- Ghannoum, M. A., Jurevic, R. J., Mukherjee, P. K., Cui, F., Sikaroodi, M., Naqvi, A., Gillevet, P. M. (2010). Characterization of the oral fungal microbiome (mycobiome) in healthy individuals. *PLoS Pathogens*, 6(1), e1000713. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1000713>
- Gulati, M., Nobile, C. J. (2016). *Candida albicans* biofilms: development, regulation, and molecular mechanisms. *Microbes and infection*, 18(5), 310-321. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2016.01.00>
- Hong, B. Y., Hoare, A., Cardenas, A., Dupuy, A. K., Choquette, L., Salner, A. L., ... Diaz, P. I. (2020). The salivary mycobiome contains 2 ecologically distinct mycotypes. *Journal of dental research*, 99(6), 730-738. <https://doi.org/10.1177%2F0022034520915879>
- Jabra-Rizk, M. A., Falkler, W. A., Meiller, T. F. (2004). Fungal biofilms and drug resistance. *Emerging infectious diseases*, 10(1), 14. <https://dx.doi.org/10.3201%2F1001.030119>

- Jenkinson, H. F., Lamont, R. J. (2005). Oral microbial communities in sickness and in health. *Trends in microbiology*, 13(12), 589-595. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2005.09.006>
- Jia, G., Zhi, A., Lai, P. F. H., Wang, G., Xia, Y., Xiong, Z., ... Ai, L. (2018). The oral microbiota—a mechanistic role for systemic diseases. *British dental journal*, 224(6), 447-455. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.217>
- Jiao, Y., Tay, F. R., Niu, L. N., Chen, J. H. (2019). Advancing antimicrobial strategies for managing oral biofilm infections. *International journal of oral science*, 11(3), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41368-019-0062-1>
- Khatri, S., Sumana, M. N., Mahale, R. P., Kishore, A. (2015). Analysing three different screening methods for biofilm formation in clinical isolates of *Candida*. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4(83), 14515-14524. DOI: 10.14260/jemds/2015/2065
- Kolenbrander, P. E., Palmer, R. J., Periasamy, S., Jakubovics, N. S. (2010). Oral multispecies biofilm development and the key role of cell–cell distance. *Nature Reviews Microbiology*, 8(7), 471-480. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2381>
- Kong, E. F., Tsui, C., Kucharíková, S., Andes, D., Van Dijck, P., Jabra-Rizk, M. A. (2016). Commensal protection of *Staphylococcus aureus* against antimicrobials by *Candida albicans* biofilm matrix. *MBio*, 7(5), e01365-16. <https://doi.org/10.1128/mBio.01365-16>
- Kong, E. F., Tsui, C., Kucharíková, S., Van Dijck, P., Jabra-Rizk, M. A. (2017). Modulation of *Staphylococcus aureus* response to antimicrobials by the *Candida albicans* quorum sensing molecule farnesol. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 61(12), e01573-17. <https://doi.org/10.1128/AAC.01573-17>
- Krom, B. P., Kidwai, S., Ten Cate, J. M. (2014). *Candida* and other fungal species: forgotten players of healthy oral microbiota. *Journal of dental research*, 93(5), 445-451. <https://doi.org/10.1177%2F0022034514521814>
- Kuramitsu, H. K., He, X., Lux, R., Anderson, M. H., Shi, W. (2007). Interspecies interactions within oral microbial communities. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 71(4), 653-670. <https://dx.doi.org/10.1128%2FMMBR.00024-07>
- Lamont, R. J., Koo, H., Hajishengallis, G. (2018). The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nature Reviews Microbiology*, 16(12), 745-759. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0089-x>
- Larsen, T., Fiehn, N. E. (2017). Dental biofilm infections—an update. *Apmis*, 125(4), 376-384. <https://doi.org/10.1111/apm.12688>
- Marsh, P. D., Head, D. A., & Devine, D. A. (2015). Dental plaque as a biofilm and a microbial community—Implications for treatment. *Journal of oral biosciences*, 57(4), 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.job.2015.08.002>
- Martins, C. H. G., Pires, R. H., Cunha, A. O., Pereira, C. A. M., de Lacorte Singulani, J., Abrão, F., Moraes, T. D., Mendes-Giannini, M. J. S. (2016). *Candida/Candida* biofilms. First description of dual-species *Candida albicans/C. rugosa* biofilm. *Fungal biology*, 120(4), 530-537. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2016.01.013>

- Metwalli, K. H., Khan, S. A., Krom, B. P., Jabra-Rizk, M. A. (2013). *Streptococcus mutans*, *Candida albicans*, and the human mouth: a sticky situation. *PLoS pathogens*, 9(10), e1003616. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003616>
- Miquel, S., Lagrèfeuille, R., Souweine, B., Forestier, C. (2016). Anti-biofilm activity as a health issue. *Frontiers in microbiology*, 7, 592. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00592>
- Rautemaa, R., Ramage, G., (2011). Oral candidosis – Clinical Challenges of A Biofilm Disease. *Critical Reviews in Microbiology*, 37(4), 328–336. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2011.585606>
- Seneviratne, C. J., Wang, Y., Jin, L., Abiko, Y., Samaranayake, L. P. (2010). Proteomics of drug resistance in *Candida glabrata* biofilms. *Proteomics*, 10(7), 1444-1454. <https://doi.org/10.1002/pmic.200900611>
- Shrestha, B. K., Shakya, J. (2020). In-Vitro Evaluation of Biofilm and Hemolysis activity of *Candida albicans* Isolated from Oral Cavity. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 8(4), 394-399. <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v8i4.32971>
- Sida, H., Shah, P., Pethani, J., Patel, L., Shah, H. (2016). Study of biofilm formation as a virulence marker in *Candida species* isolated from various clinical specimens. *Int J Med Sci Public Health*, 5(5), 842-6. Erişim adresi: <http://journalsarchive.com/FILES/IJMSPH/04.%20Study%20of%20biofilm%20formation.pdf>
- Silva, S., Negri, M., Henriques, M., Oliveira, R., Williams, D. W., Azeredo, J. (2011). Adherence and biofilm formation of non-*Candida albicans* *Candida* species. *Trends in microbiology*, 19(5), 241-247. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2011.02.003>
- Sultan, A. S., Kong, E. F., Rizk, A. M., Jabra-Rizk, M. A. (2018). The oral microbiome: A Lesson in coexistence. *PLoS pathogens*, 14(1), e1006719. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006719>
- Thein, Z. M., Seneviratne, C. J., Samaranayake, Y. H., Samaranayake, L. P. (2009). Community lifestyle of *Candida* in mixed biofilms: a mini review. *Mycoses*, 52(6), 467-475. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2009.01719.x>
- Tumbarello, M., Fiori, B., Trecarichi, E. M., Posteraro, P., Losito, A. R., De Luca, A., Sanguinetti, M., Fadda, G., Cauda, R., Posteraro, B. (2012). Risk factors and outcomes of candidemia caused by biofilm-forming isolates in a tertiary care hospital. *PloS one*, 7(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033705>
- Tumbarello, M., Posteraro, B., Trecarichi, E. M., Fiori, B., Rossi, M., Porta, R., Donati, K. D. G., Sorda, M. L., Spanu, T., Fadda, G., Cauda, R., Sanguinetti, M., (2007). Biofilm production by *Candida* species and inadequate antifungal therapy as predictors of mortality for patients with candidemia. *Journal of clinical microbiology*, 45(6), 1843-1850. <https://dx.doi.org/10.1128%2FJCM.00131-07>
- Vallianou, N., Kounatidis, D., Christodoulatos, G. S., Panagopoulos, F., Karampela, I., Dalamaga, M. (2021). Mycobiome and Cancer: What Is the Evidence?. *Cancers*, 13(13), 3149. <https://doi.org/10.3390/cancers13133149>

- Vitális, E., Nagy, F., Tóth, Z., Forgács, L., Bozó, A., Kardos, G., Majoros, L., Kovács, R. (2020). *Candida* biofilm production is associated with higher mortality in patients with candidaemia. *Mycoses*, 63(4), 352-360. <https://doi.org/10.1111/myc.13049>
- Wright, C. J., Burns, L. H., Jack, A. A., Back, C. R., Dutton, L. C., Nobbs, A. H., ... Jenkinson, H. F. (2013). Microbial interactions in building of communities. *Molecular oral microbiology*, 28(2), 83-101. <https://doi.org/10.1111/omi.12012>
- Zijnga, V., van Leeuwen, M. B. M., Degener, J. E., Abbas, F., Thurnheer, T., Gmür, R., M. Harmsen, H. J. (2010). Oral biofilm architecture on natural teeth. *PloS one*, 5(2), e9321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009321>

Bölüm 14

KASIK BÖLGESİ FITIKLARI

Turgay KARATAŞ¹

¹ Dr.Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı

GİRİŞ

‘Fıtık’ kelimesi, ‘cerrah’ kelimesi gibi dilimize Arapçadan geçmiştir. Tıp dilinde ise Latince ‘hernia’ kelimesi kullanılmaktadır. Ülkemizde tıp dilinde “herni” kelimesi de kullanılmaktadır. İngilizce’de halk dilinde yırtık anlamına gelen ‘rupture’ kelimesi de kullanılır.

Kasık fıtıkları, karın içindeki doku ve organların bu bölgede bulunan karın duvarının zayıf bir noktasından karın dışına çıkması şeklinde tanımlanmaktadır. Kasık fıtıkları, alt karın duvarındaki dokuların zayıflamasından kaynaklanır. Bu zayıf ve gevşek bölge, fıtığın boyun kısmını oluşturmaktadır. Karın dışına çıkan doku ve organlar önündeki peritonu da sürükleyip karının zayıf noktasından dışarı çıktıkları için, fıtık kesesini periton oluşturmaktadır. Fıtık kavramında, fıtık kesesi içinde organların bulunması zorunlu değildir, çünkü bu organlar karın içi basıncı arttığında ya da hasta ayağa kalktığında kese içine girerler. Burada fıtığı oluşturan aslında karın duvarındaki anatomik defekt’tir ve bu durumda fıtık kesesi de mevcuttur. Kasık bölgesindeki fıtıklar anatomik olarak Fruchaud tarafından tarif edilen myopectineal orifice’ten gelişmektedir (Fruchaud ve ark., 1956).

Kasık bölgesinde görülen fıtıklar, inguinal ve femoral fıtıklardır. Kasık fıtıklarının çoğunu inguinal fıtıklar oluşturur (Burcharth ve ark., 2013). İnguinal fıtıklar oluşum mekanizması bakımından indirekt, direkt ve pantolon fıtıkları şeklindedir. İndirekt fıtıklar inguinal kanalın iç halkasının (anulus inguinalis profundus) zayıflamasıyla, organların inguinal kanaldan geçip cilt altına ulaşmasıyla, direkt fıtıklar Hesselbach tarafında tanımlanan karın duvarındaki zayıf noktadan organların dışarı çıkmasıyla, pantolon fıtıklar ise karın organlarının aynı zamanlı hem inguinal kanaldan hem de Hesselbach üçgeninden geçmesiyle oluşan fıtıklardır. Femoral fıtıklar da organların vena femoralis’in iç tarafında bulunan femoral kanaldan geçmesiyle oluşur.

TARİHÇE

Fıtıklar ile ilgili ilk yazılı belgeler Mısır papirüslerine ve Hammurabi dönemine dayanmaktadır. M.Ö. 1550’lerde yazılan Ebers papirüsü ilk belge olarak kabul edilir. Fıtık için ameliyat işlemine, Ebers papirüsü olarak bilinen en eski yazılmış tıbbi kayıtlarından biri olan eski Mısır tıbbi metninde atıfta bulunulmuştur. Berlin üniversitesi Mısır araştırmacısı, Alman romancı Georg Moritz Ebers, 1873’te Mısır’da aldığı papirüs, M.Ö. 3000-2.500 yıllarına dayanan eski eserlerden oluşan bir koleksiyon içermekteydi. 1875 yılında Ebers ve Norveçli doktor Bendix Ebbell bu papirüsün çevirisini yapmışlar ve eski Mısırlıların yüksek derecede cerrahi beceriye sahip oldukları ve fıtık ve anevrizma tedavisi için yöntem geliştirdiklerini saptamışlardır

Prof. Dr. Demir Uğur'un "*Inguinal ve Femoral Fitikların Cerrahi Tedavisi*" adlı çizimli eserinin 1971 tarihli ikinci baskısında ise, fitik tedavisine ait ilk bilgilerin Hipokrat döneminde olduğundan bahsedilmektedir. Hipokrat'ın çağdaşı olan Praxagoras (M.Ö 335) ve Caelius Auretanius da (M.Ö 350) boğulmuş fitik tedavilerinden söz etmiştir. İlk Türkçe cerrahi kitabı yazarı olan Amasyalı Şerafettin Sabuncuoğlu da fitik tedavisi konusunda bilgiler aktarmıştır (1465). Fitik cerrahisi ve anatomisi için en önemli çalışmalar 18. yüzyılın sonları ve 19. yüzyılın başlarında cerrah-anatomistlerin karın duvarı, inguinal ve femoral kanal üzerinde çalışmaları ile başlamıştır. Sonraki dönemlerin cerrahi başarılarının birçoğu diseksiyon çağı olarak bilinen bu dönemde (1750-1800) elde edilen bilgilere dayanmaktadır (laparoscopyhospital, 2021).

Kasık fıtığı cerrahisinde en önemli dönemlerden biri, 19. yüzyılın başlarıdır. Bu dönemde kadavra diseksiyonları ve çeşitli klinik çalışmalarla kasık kanalının anatomisi daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmıştır. Bu başarıların çoğu, 18. yüzyılın sonundaki Pieter Camper, Antonio Gimbernat ve August Richter gibi cerrah ve anatomistlerin gözlemleri üzerine kurulmuştur. On dokuzuncu yüzyılın başlangıcında, Astley Cooper, Franz Hesselbach, Antonio Scarpa ve Jules-Germain Cloquet gibi bilim adamlarının kasık bölgesi anatomisinin araştırılması konusunda büyük katkıları olmuştur (Rutkow, 1998). Alman Franz Kaspar Hesselbach inguinal bölgede Hesselbach üçgenini tanımlayarak anatomi bilimine ve ameliyat pratiklerine katkı vermiştir. İtalyan cerrah Eduardo Bassini, 1886'da tanımladığı, başarılı ilk gerçek anatomik ameliyat tekniği ile fitik cerrahisinde bir çığır açmıştır. Fitik cerrahisinde değişik yöntemler, Halsted, Marcy, McVay ve Shouldice gibi pek çok ünlü cerrah tarafından geliştirilmiştir. Cerrah anatomist Henri Fruchaud 'Myopectineal Orifice'(MPO) diye adlandırdığı ve inguino-femoral fitikların çıktığı pelvik bölgede zayıf bir anatomik alanın varlığından bahsetmiştir. Fruchaud tarafından tanımlanan MPO, içte rektus kası kılıfı, üstte iç oblik ve transvers karın kasları, dış yanda iliopsoas kası ve altta pubis kemiği tarafından sınırlanır. MPO, inguinal ve femoral fitikların tedavisinin yapılmasından önce değerlendirilmesi gereken önemli bir anatomik yapıdır. Fruchaud'un MPO konsepti ile inguino-femoral bölgenin anatomisi iyice anlaşıldığından, inguino-femoral hernilerin laparoskopik onarımında oldukça mesafe kat edilmiştir. 1990'larda uygulanmaya başlanan kapalı (endoskopik/laparoskopik) onarım yöntemleri ile yüksek ameliyat başarıları elde edilmiştir (laparoscopyhospital, 2021).

EPİDEMİYOLOJİ

Karın duvarı fıtıkları sık rastlanan cerrahi problemlerden biridir ve gerçek sıklığı tam bilinmemekle birlikte, bir çalışmada sıklığı her yaş için % 1.7, 45 yaş üstü için % 4 olarak verilmiştir. Karın duvarı fıtıklarının %75'ini inguinal fıtıklar oluşturur. Yaşam boyu inguinal fıtık riski erkeklerde %27, kadınlarda %3'tür (Jenkins, O'Dwyer, 2008).

Cerrahi kliniklerinde sık tedavi edilen hastalıklardan biri kasık bölgesinde oluşan fıtıklardır. Kasık fıtığı onarımı dünyada en sık yapılan ameliyatlardan biridir. Dünyada yılda 20 milyondan fazla kasık fıtığı ameliyatı yapılmaktadır (Van Veenendaal ve ark., 2018).

Kasık fıtıklarını inguinal ve femoral fıtıklar oluşturmaktadır. Erişkin kasık fıtıklarının çoğunu inguinal fıtıklar meydana getirmektedir. İnguinal fıtıklar, tüm kasık fıtığı onarımlarının %95'inden fazlasını oluşturmaktadır (Burcharth ve ark., 2013). Femoral fıtıklar ise erişkinlerdeki tüm kasık fıtıklarının %2 ila %8'ini oluşturur (Hachisuka, 2003). Kasık bölgesi fıtıkları erkeklerde kadınlara göre 13 kat daha sık görülür (Dalenbäck ve ark., 2016). Kasık fıtıklarının alt gurubu olan inguinal fıtıkların erkeklerde görülme sıklığı, kadınlardan 25 kat daha fazladır (Towsend ve ark., 2010). Femoral fıtıklar ise kadınlarda erkeklerden daha sık görülmektedir (Hachisuka, 2003). Femoral fıtıklar kadınlarda on kat daha sık görülür. Kadınlarda femoral fıtık oranı daha yüksek olmasına rağmen, inguinal fıtık hala kadınlarda en sık görülen fıtık türüdür. Erkeklerde, femoral fıtık nadirdir (Towsend ve ark., 2010). Son yapılan çalışmaların birinde, erkeklerin %97.9'unda inguinal fıtık, % 2'sinde femoral fıtık, kadınların % 79.1'inde inguinal fıtık ve % 20'sinde femoral fıtık saptanmıştır (Karataş ve ark., 2020).

Erkeklerde inguinal fıtık görülme insidansı yaşla birlikte artmaktadır. Doğumsal inguinal herniler düşük doğumlu çocuklarda daha sık rastlanmaktadır. Erkeklerde 75 yaş üzerinde inguinal herni görülme insidansı % 50' ye ulaştığı bildirilmiştir. Femoral fıtıklar ise 40-70 yaş arasında daha sık görülmektedir (Hachisuka, 2003). Literatürdeki eski çalışmalarda, yaşlılarda inguinal fıtığa bağlı acil cerrahi girişimlerin daha fazla yapıldığı ve buna bağlı daha yüksek bir ölüm oranı olduğu saptanırken, yeni çalışmalarda, yaşlı hastalar dikkatli takip edildiğinden artık bu durumun yaşlılarda gözlenmediği rapor edilmektedir (Ramanan ve ark., 2014).

İndirekt, direkt ve pantolon fıtıklar inguinal fıtıkların alt guruplarıdır. İndirekt fıtıklar en sık görülen inguinal fıtıklardır. İnguinal fıtıkların % 68,4'ü indirekt, % 25.8'i direkt ve %5.8'i pantolon fıtıklardır (Erdman, 1923).

İndirekt fıtıklar, erkekler ve kadınlarda en fazla görülen inguinal fıtık şeklidir. Erkeklerde indirekt fıtık görülme sıklığı direkt fıtıkların iki katıdır. Direkt fıtıklara kadınlarda çok nadir rastlanır (Towsend ve ark., 2010).

Genç popülasyondaki çoğu kasık fıtığı, doğuştan gelişen indirekt kasık fıtıklarıdır. Direkt kasık fıtıklarının çoğunluğu edinseldir ve daha ileri yaşlarda görülürler (van Wessem ve ark., 2003). İndirekt fıtıkların ortalama görülme yaşı 27.8 iken direkt fıtıkların ortalama görülme yaşı 38'dir. Direkt fıtıkların, gelişimsel kusurlardan çok, ileri yaşlarda kazanıldığı belirtilmektedir (Erdman, 1923).

İndirekt ve femoral fıtıklar sıklıkla kasığın sağ tarafında oluşurlar. Kasık fıtıklarının % 59'u sağ, % 37'si sol, % 3.1'i bilateral yerleşimlidir. Her iki cinsiyette de sağ baskınlık vardır (Karataş ve ark., 2020). Bunun bir nedeni, fetal gelişim sırasında sağ testisin skrotuma olağan yavaş inişi ve processus vaginalis atrofisindeki gecikmedir. Diğer bir neden de sol femoral kanalın sigmoid kolon tarafından tamponlanmış olmasıdır (Towsend ve ark., 2010).

ETİYOLOJİ

Kasık fıtıklarının oluşumunda birden çok sebep bulunmaktadır. Çoğunlukla ailesel yatkınlık ve kollajen yapımındaki bozuklukların, fıtık oluşumunda etkili olduğu, üzerinde durulmaktadır. Kasık fıtıklarının oluşum mekanizmalarına bakılarak, konjenital (doğumsal) fıtıklar ve kazanılmış fıtıklar olarak ikiye ayrılabiliriz.

İntrauterin hayatta 26. ile 40. haftalar arasında testisler, karın arka duvarından göçü sırasında, peritonu da önünde sürükleyerek inguinal kanaldan geçerler ve skrotuma inerler. Doğuştan fıtık, testisin fetal dönemde skrotuma göç ederken sürüklediği bu peritonun (processus vaginalis) tam kapanmamasından kaynaklanır. Yaşamın belirli bir döneminde karın içi basıncının artmasıyla kasık kanalının iç halkası genişlemekte ve iç organlar inguinal kanala girerekten scrotum'a kadar ilerlemektedir. Bu fıtıklar çoğunlukla çocuklarda ve gençlerde görülürler ve hepsi indirekt fıtıklardır (Kalaycı, 2002). İndirekt inguinal fıtıklarda da, öksürük ve yorucu aktiviteye bağlı olarak karın içi basınçtaki yükselmeler, asemptomatik ve açık olan bir processus vaginalis'i semptomatik hale getirebilir (Sanjany ve Woodward, 2007).

Edinilmiş fıtıklar, yetişkinlerde gelişir ve kasıkta daha düşük bağ dokusu kalitesine bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Ayrıca direkt inguinal fıtıkların oluşumunda, artmış karın içi basıncı ve arka kasık duvarının göreceli zayıflığı da nedensel faktörler içinde sayılmaktadır (Sanjany ve Woodward, 2007). Osteogenezis imperfekta, Marfan sendromu,

Ehlers-Danlos sendromu ve konjenital elastolizis gibi hidroksiprolin ve kollajen tip I/III oranında azalmaya neden olan metabolik bozuklukların, direkt inguinal herni gelişimine predispozan faktörler arasında sayılmaktadır. Tütün kullanımının da, sistemik etki ile proteolitik aktiviteyi arttırdığı ve kontrolsüz nötrofil elastaz aktivitesine neden olarak inguinal herni oluşumunda rol oynadığı belirtilmektedir (Read, 1998). Kısaca bağ dokusu hastalıkları ve karın içi basıncını arttıran hastalıklar, bireyde inguinal fıtık oluşturma şansını artırdığı savunulmaktadır.

Femoral fıtıkların gelişiminde ise, iliopubic tract'ın yapışmasındaki varyasyonlar, artan karın içi basıncı ve femoral halkanın boyutu ve şekli gibi faktörlerin etkisi bulunmaktadır. (Natarajan ve ark., 2012).

Fruchaud, fascia transversalis'in karın içeriğini, kendisinin tanımladığı miyopektineal orifis bölgesinde, tutamamasından dolayı kasık fıtıklarının geliştiğini ortaya atmıştır. Fruchaud'un modeli, fasya ve periton (preperitoneal boşluk) arasına protezlerin (yama) yerleştirildiği operasyonların (Stoppa ve laparoskopik cerrahi) temelini oluşturmaktadır (Natarajan ve ark., 2012).

ANATOMİ

Kasık bölgesi, karın ön duvarının alt kısmında yer alan birbiriyle bağlantılı olan bölgelerdir. Bu yüzden karın ön duvarı ve kasık bölgesi anatomisinin bilinmesi öncelikle önemlidir.

Karın Ön Duvar Anatomisi

Dıştan içe doğru, deri, karın duvarındaki fascialar, kaslar, fascia transversalis ve periton karın ön ve yan duvarının katlarını oluşturmaktadır. Umbilicus (göbek), linea alba, linea semilunaris, linea arcuata, ligamentum inguinale (inguinal ligament) ve ligamentum lacunare karın ön duvarında görülen anatomik yapılardır. Umbilicus lomber 3-4 vertebralar seviyesinde bulunan göbek kordonunun çıktığı bölgedir. Linea alba karın duvarındaki kasların aponevrozlarının karının tam orta hattında oluşturduğu bir yapıdır. Linea semilunaris, musculus rectus abdominis'in (rektus kası) dış kenarında bulunan bir hattır. Linea arcuata, karın duvarı kas aponevrozlarının karın ön duvar arka yüzünde yapmış oldukları yarım ay şeklindeki çizgidir.

Karın Duvarındaki Fascia'lar (Fasyalar)

Fascia Subcutanea (Deri altı dokusu): Karın duvarı derisinin altında bulunan yağ dokusundan ibarettir. Göbek üstünde daha ince iken göbek altında daha kalındır ve iki katmandan oluşur. Bu katmanlardan ilki Camper fasyasıdır, bu yağ dokusu içerir, uyluk, perine, skrotum ve penise kadar ilerler, skrotumda tunica dartosun yapısına katılır. İkinci katmanı

Scarpa fasyasıdır, zar şeklinde az miktarda yağ içeren bol miktarda elastik lif içeren katmandır. Bu fasya ligamentum fundiforme penis ve perinede Colles fasyasını oluşturur, sonra fasya lata'ya katılır.

Fascia profunda (Gallaudet Fasyası): Kasların ve anulus inguinalis superficialis'in (kasık kanalının dış halkası) üzerini örten fasyadır. Fasya lata, ligamentum suspensorium ve fasya spermatika externa'yı oluşturur.

Vagina musculi recti abdominis (Rektus kası kılıfı): Musculus rectus abdominus'u (rektus kası) saran, musculus obliquus externus abdominus (karın dış oblik kası), musculus obliquus internus abdominus (karın iç oblik kası), musculus transversus abdominus'un (karın transvers kası) aponevrozlarının oluşturduğu kılıftır. Karın ön duvar arka yüzde bu kılıfın yapısı göbek üstünde ve göbek altında farklılık gösterir. Göbeğin 3-4 parmak altında bu aponevrozlar kasın önüne geçerler ve burada linea arcuata'yı oluşturular, linea arcuata'nın altında aponevrozlar yoktur, bu bölgede rektus kası üzerinde sadece fasya transversalis ve periton vardır.

Fascia transversalis: Karın kasları ile parietal periton arasında bulunan fasyadır. İnguinal ligamentin altında fasya iliaca ile birleşerek tractus iliopubicus'u (Thompson bağı) oluşturur. Anulus inguinalis profundus'u (kasık kanalının iç halkası) oluşturur ve buranın iç yanında inguinal kanalın arka duvarında Hesselbach ligamentini meydana getirir (Arifoğlu, 2019).

Karın Ön Duvar Kasları

Karın duvarının ön ve yan bölgesinde bulunan kaslar karın içi organların korunmasını sağlamaktadırlar. Gövdeye fleksiyon, ekstensiyon ve rotasyon hareketlerini yaptırırlar. Ayrıca karın içi basıncı arttırarak kusma, öksürme, hapşırma, miksiyon ve defekasyon işlevlerine yardımcı olurlar.

Musculus obliquus externus abdominus (karın dış oblik kası), Musculus obliquus internus abdominus (karın iç oblik kası), Musculus transversus abdominus'un (karın transvers kası) karın ön duvar yan taraftaki kaslar iken, musculus rectus abdominus'u (rektus kası) ve musculus pyramidalis karın ön duvar orta hatta bulunan kaslardır.

Musculus obliquus externus abdominus (karın dış oblik kası): Karın ön duvar yan tarafta bulunan en yüzeysel kastır. Kasın lifleri 5. ile 12. kaburgaların ön yüzünden başlarlar ve linea alba, crista iliaca ve tuberculum pubicum'a tutunurlar. Kas lifleri yukardan aşağı dıştan içeri doğru seyrederek. Bu kas orta hatta yaklaşıncaya aponevroza dönüşür. Nervus iliohypogastricus, nervus ilioinguinalis ve son 6 interkostal sinir bu kası inerve eder. Tek taraflı çalışınca gövdeyi yana, iki taraflı çalışınca gövdeyi öne eğerek. Ligamentum inguinale, ligamentum lacunare (Gimernant bağı),

Ligamentum pectineale (Cooper bağı), ligamentum reflexum (Colles bağı), kasık kanalının dış halkasında bulunan crus laterale ve crus mediale, karın dış oblik kasın aponevrozundan meydana gelirler.

Musculus obliquus internus abdominus (karın iç oblik kası): Karın ön duvar yan tarafta bulunan karın iç oblik kası, karın dış oblik kasın hemen altında bulunur. Bu kasın lifleri aşağıdan yukarı, dıştan içeri doğru seyredir. Rektus kasının dış tarafında aponevroz haline dönüşür. Bu kas, inguinal ligamentin dış tarafından ve crista iliaca'dan başlar, linea alba ve 9-12. kaburgalar'a yapışır. Nervus iliohypogastricus, nervus ilioinguinalis ve son 6 interkostal sinir bu kası inerve eder. Tek taraflı çalışınca gövdeyi yana, iki taraflı çalışınca gövdeyi öne eğir. Karın iç oblik kası aponevrozundan tendo conjunctivus (falx inguinalis) ve musculus cremaster gelişir. Tendo conjunctivus, karın iç oblik kası ile karın transvers kasın aponevrozlarının birleşmesiyle oluşmaktadır. Tendo conjunctivus, crista pubica ile pecten ossis pubis'e yapışmaktadır.

Musculus transversus abdominus (karın transvers kası): Karın ön duvar yan tarafta bulunan bu kas dıştan içe doğru transvers şekilde seyredir. Rektus kasının dış kenarına gelince aponevroz halini alır. Bu kas, inguinal ligamentin dış tarafından, krista iliaca, fasya torakolumbalis ve 7-12. kaburgalar'dan başlar, linea alba ve tendo conjunctivus'a yapışır. Nervus iliohypogastricus, nervus ilioinguinalis ve son 6 interkostal sinir bu kası inerve eder. Karın içi basıncını artırır. Bu kasın aponevrozu, karın iç oblik kasın aponevrozu ile birleşerek tendo conjunctivus'u oluşturur.

Musculus rectus abdominus (rektus kası): Karın ön duvarında, orta hatta, göbeğin iki yanında seyreden bir kastır. Üzerinde bulunan intersectio tendinea'larla rektus kılıfına yapışmıştır. Kasıldığında yan kenarları boyunca linea semilunaris adı verilen bir hat oluşur. Crista pubica ile symphysis pubica'dan başlar, processus xiphoideus ve 5-7. kotalara yapışır. Nervus iliohypogastricus, nervus ilioinguinalis ve son 6 interkostal sinir bu kası inerve eder. Karın içi basıncını artırır, gövdeyi öne eğir.

Musculus pyramidalis: Rektus kasının alt kısmında ve rektus kılıfı içinde bulunur. Symphysis pubica'dan başlar, linea alba'ya yapışır. Nervus subcostalis tarafından inerve edilir ve fonksiyonu linea alba'yı germektir (Arifoğlu, 2019).

Karın Ön Duvar İç Yüzü

Karın ön duvarındaki parietal periton karın ön duvar iç yüzde bulunan bazı yapılar üzerinden atlarken bazı plica (plika) ve bunlar arasında çukurluklar oluşturmaktadır.

Plica umbilicalis mediana: Mesaneden göbeğe uzanan içinde urachus kalıntısı bulunan, orta hattaki tek plikadır. Bu plikanın yan taraflarında

fossa suprapubesialis'ler bulunur.

Plica umbilicalis medialis: Plica umbilicalis mediana'nın hemen dış yanında bulunan içinde arteria umbilicalis'lerin kalıntısını ihtiva eden iki adet plikadır. Bu plikanın hemen dış yanında, bu plika ile plica umbilicalis lateralis arasındaki bölgeye fossa inguinalis medialis denir, bu fossada direkt inguinal hernilerin olduğu Hesselbach üçgeni bulunur. Bu üçgen alanın üst kısmında karın iç oblik kası ve karın transvers kasının aponevrozları bulunur, alt kısmında ise sadece fasya transversalis bulunmaktadır. Bu yüzden alt kısmı zayıf kalmakta ve buradan direkt inguinal fıtıklar gelişmektedir.

Plica umbilicalis lateralis: Plica umbilicalis medialis'in dış yanında bulunan içinde arteria ve vena epigastrica inferior'un (alt epigastrik damarlar) bulunduğu iki adet plikadır. Bu plikaların hemen dış yanında fossa inguinalis lateralis'ler bulunur, bu fossalar içinde inguinal kanalın iç halkası yer almaktadır. Bu bölgeden indirekt inguinal fıtıklar gelişmektedir.

Karın Duvarında Bulunan Geçitler

Umbilicus (göbek deliği), canalis inguinalis (inguinal kanal), lacuna ve canalis femoralis (femoral kanal) karın ön duvarında bulunan ve karın içini dışarıya bağlayan geçitlerdir. Lacuna, inguinal ligament ile coxa kemiği arasında bulunan açıklıktır. Musculus iliaceus üzerinde bulunan fasya iliaca bu açıklığı iki bölüme ayırır. Dış taraftaki açıklığa lacuna musculorum, iç taraftaki açıklığa lacuna vasorum denmektedir. Lacuna musculorum'dan musculus iliopsoas ve nervus femoralis geçer. Lacuna vasorum'dan arteria ve vena femoralis, nervus genitofemoralis'in ramus femoralis'i geçer (Arifoğlu, 2019).

Fıtıkların Gelişebildiği Karın Ön Duvarındaki Zayıf Noktalar

Umbilicus (göbek deliği): Göbek fıtığı gelişir

Linea alba: Epigastrik fıtık gelişir

Anulus femoralis: Femoral kanalın iç ağzıdır. Buradan femoral fıtıklar gelişir.

Fossa inguinalis medialis: Hesselbach üçgeni burada bulunur ve buradan direkt inguinal fıtıklar gelişir.

Fossa inguinalis lateralis: Anulus inguinalis profundus (inguinal kanalın iç halkası) burada bulunur ve buradan indirekt inguinal fıtıklar gelişir.

Linea semilunaris: M. rectus abdominis'in dış kenarında bulunur. Buradan Spiegel fıtıklar gelişir (Arifoğlu, 2019).

Kasık Bölgesi Anatomisi

Kasık fitiğindeki cerrahi onarımların temel taşıını oluşturan, inguinal ve femoral bölgenin cerrahi anatomik yapısı, Fransız cerrah ve anatomist Henri Fruchaud tarafından büyük ölçüde detaylandırılmıştır. Kasık bölgesindeki fitiklar anatomik olarak Fruchaud tarafından tarif edilen myopectineal orifice'ten (MPO) gelişir (Fruchaud ve ark., 1956).

Kasık bölgesinde çizgili kas liflerinin olmaması, ayrıca inguinal kanaldan spermatik kord'un ve femoral kanaldan femoral damarların geçmesi bu bölgedeki karın duvarında zayıf bir bölge oluşturmaktadır. Fruchaud'un tanımladığı MPO, derin düzlemde zayıf bir alandır, burada sadece fasya transversalis karın içi basıncına direnç göstermektedir (Stoppa ve Van Hee., 1998).

Kasık bölgesindeki anatomik yapıların bilinmesi, bu bölgenin fitiklarının tanımlamasında ve tedavisinde oldukça önemli rol oynamaktadır. İnguinal ligament, dış oblik karın kasın aponevrozunun spina iliaca anterior superior ile tuberculum pubicum arasında kalınlaşmasıyla oluşur. Ligamentum lacunare (Gimbernant Bağı-lakuner ligament), inguinal ligamentin alt ve iç bölümünden çıkan liflerinin pubis kemiği üzerinde arkaya doğru kıvrılıp ligamentum pectineum'a (Cooper ligamenti) doğru uzanmasıyla oluşmaktadır. Cooper ligamenti, pubis kemiğinin üst kanadının periostu üzerindeki fascia transversalis'in kalınlaşmasıyla, Gimbernant bağından ve tractus iliopubicus'tan gelen liflerle oluşan sağlam bir bağıdır. Tractus iliopubicus, arcus iliopectineus'tan pubis kemiğinin üst kanadına uzanan bir bağıdır ve bu bağ Cooper bağı ile birleşmektedir.

Karın ön duvarı kasık bölgesindeki, fitiklarının geliştiği ve cerrahi olarak önem taşıyan üç bölge vardır. Bunlar inguinal kanal, femoral kanal ve Hesselbach üçgenidir. İnguinal kanaldan indirekt, femoral kanaldan femoral ve Hesselbach üçgeninden direkt fitiklar çıkmaktadır.

Erişkinde inguinal kanal, inguinal ligamentin üst kısmında ona paralel seyreden yaklaşık 4 cm uzunluğunda bir yapıdır. İnguinal kanalın ön duvarını dış oblik karın kasının aponevrozu, arka duvarını fasya transversalis oluşturur. Arka duvarın iç tarafında tendo conjunctivus, dış tarafında Hesselbach ligamenti ve ligamentum reflexum bulunur ve bağlar arka duvarı destekler. İnguinal kanalın en zayıf duvarı arka duvardır. Bu kanalın üst duvarında dış oblik karın kası ve transvers karın kasının lifleri, alt duvarında inguinal ligament ve lakunar ligament yer almıştır. Anulus inguinalis superficialis denen inguinal kanalın üçgen şeklindeki dış halkasını dış oblik karın kasının aponevrozu oluşturmaktadır ve bu yapı tuberculum pubicum'a yakın bulunmaktadır. İnguinal kanalın iç halkasına anulus inguinalis profundus denmektedir. Bu iç halkanın dış

yanında transvers karın kasının lifleri, iç yanında tractus iliopubicus ve arteria ve vena epigastrica inferior yer alır. İnguinal kanaldan erkekte funiculus spermaticus (spermatik kord), kadınlarda ligamentum teres uteri, her iki cinste de nervus ilioinguinalis ve nervus genitofemoralis' in ramus genitalis dalı geçer.

Femoral kanal, lacuna vasorum da bulunan ve yaklaşık 1-1,5 cm uzunluğunda bir yapıdır. Femoral kanal, önde inguinal ligament ve tractus iliopubicus, arkada Cooper ligamenti ve fasya pektineale, dış yanda femoral ven, içte lakunar ligament ve fasya transversalisin pubis kemiğine yapışma noktası ile sınırlandırılmış bir bölgedir. Bu kanalın karın içine bakan kısmına anulus femoralis denmektedir ve anulus femoralis parietal periton ve septum femorale (Cloquet membranı) ile kapatılmıştır. Bu membran üzerinde lenf nodülleri bulunur ve bunlara Cloquet lenf nodülü denir. Normalde bu kanal periton tarafından kapatılmıştır ve açık değildir. Karın içi basıncının artmasıyla iç organlar anulus femoralis'teki peritonu da önüne katarak femoral kanal içine girer ve böylece femoral fıtık oluşur. Femoral fıtıklar ligamentum inguinale'nin altında ve femoral üçgende (Scarpa üçgeni) lokalize olurlar. İnguinal fıtıklar ise inguinal ligamentin üst kısmında lokalize olurlar (Kalaycı, 2002).

Hesselbach üçgeni de kasık bölgesindeki zayıf noktalardan biridir ve buradan direkt fıtıklar çıkar. Hesselbach üçgeninin sınırlarını, iç tarafta rektus kasının dış kenarı, iç tarafta alt epigastrik damarlar, alt tarafta ise inguinal ligament oluşturur.

Bir bölgede fıtık oluştuğunda; o bölgedeki karın duvarında zayıf bir bölge vardır, bu zayıf bölgede organların dışarı çıktığı bir karın duvarında bir delik (defekt) vardır ki bu bölgeye fıtığın boyun kısmı diyoruz, ayrıca dışarı çıkan organların içinde bulunduğu peritondan oluşan fıtık kesesi vardır. Organların geçtiği defekt yani fıtık boynu ve fıtık kesesi bir fıtığın anatomik komponentleridir.

KLİNİK BELİRTİ VE BULGULAR

Kasık bölgesi fıtıkları genellikle kasıkta şişlik belirinceye kadar belirti vermezler, ancak kasık fıtığının tipik belirtisi kasıkta şişliktir. Bazen hastalarda kasıkta şişlik yokken kasık bölgesinde ağrı meydana gelir. Bunun çoğunlukla sebebi boyun bölgesi dar olan indirekt inguinal fıtıklardır, organlar dar fıtık boynundan geçerken sıkışır ve ağrı oluşur. Boynu geniş olan indirekt fıtıklarda ise ağrı pek görülmez. Boynu geniş fıtıklarda ise kasık bölgesinde huzursuzluk ve basınç hissi olur. Genellikle hastalar ayakta durduklarında, yürüdüklerinde, ıkındıklarında, öksürdüklerinde ve ağır yük kaldırdıklarında kasık bölgesinde ağrı ve şişlik olduğunu ifade ederler (Kalaycı, 2002).

Kasık fıtığı şüphelenilen hastanı muayenesi hem ayakta hem de yatırılarak yapılmalıdır. Öncelikle çıplak gözle şişlik olup olmadığına bakılır. Belirgin bir şişlik yoksa, hekim parmağını skrotum'dan sokarak dış halkaya kadar ilerletir ve hastaya öksürmesi söylenir. Bu sırada parmağa bir çarpma hissi olursa, fıtık tanısı güçlenir. Aynı zamanda bir femoral fıtığı atlamamak için de femoral bölge dikkatli bir şekilde muayene edilmelidir. Fıtık şişliği inguinal ligamentin üstünde ise inguinal fıtık, altında ise femoral fıttıktan bahsedilir. Şüpheli vakalarda radyolojik yöntemler (ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans) kullanılabilir. Fıtık kesesinin içeriği, hasta yatar pozisyonunda iken, karın içine nazik bir şekilde itilebilir. Fıtık kesesi içeriği rahatlıkla içeri itilmiyorsa inkarserasyon, strangüstasyon ya da fıtık kesesinin bir kısmını iç organların oluşturduğu kayma fıtığı vardır (Towsend ve ark., 2010).

KASIK FITIKLARINDA AYIRICI TANI

Hidrosel, inguinal adenit, varikosel, ektopik testis, lipom, hematom, psoas absesi, femoral adenit, lenfoma, metastatik tümörler, epididimit, testis torsiyonu, femoral arter anevrizması ya da psödoanevrizması, sebase kist ve inguinal apokrin bezlerin hidroadeniti kasık fıtıkları ile karışabilir. Dikkatli bir anamnez ve fizik muayeneyle bunların ayırıcı tanısına gidilebilir. Şüpheli vakalarda radyolojik tetkikler teşhiste kullanılabilir (Towsend ve ark., 2010).

KASIK FITIKLARININ KOMPLİKASYONLARI

Kasık fıtıkları tedavi edilmediklerinde birtakım komplikasyonlara yol açmaktadırlar. Fıtık kesesi içeriğinin karın içine itilememesi, sıkışması durumuna inkarserasyon denmektedir. İnkarserasyon bulunan vakalarda tedavi cerrahidir, fakat aciliyeti yoktur, bu vakalarda fıtık içeriği nazik bir şekilde karın içine redükte edilerek hasta elektif şartlarda ameliyat edilebilir. Kese içinde bulunan omentum, ince barsaklar ve kalın barsaklar, kese boynunun darlığı nedeniyle kese içinde sıkışabilir ve içeri itilemeyebilirler, bu yüzden organların arteriyel ve venöz kan akımları bozulursa strangüstasyon meydana gelir. Strangüstasyon sonucu organlarda nekroz ve perforasyon oluşabilir. Strangüstasyon varlığında nekroz ve perforasyon gibi hayatı tehdit edici sebepler olduğunda hastaya acil olarak cerrahi girişim yapılmalıdır. Fıtık kesesi içinde sıkışan organların lümenlerinde tıkanıklık olursa, hastalarda mekanik barsak tıkanıklığı meydana gelebilir, böyle vakalarda başlangıçta barsak kan akımında bozukluk olmayabilir, bu hastalarda, kasık bölgesinde karın içine gitmeyen şişlik, gaz ve dışkı çıkarmada zorluk vardır. İndirekt inguinal ve femoral fıtıklarda fıtık boynu genellikle dar olduğu için strangüstasyon daha sık görülmektedir. Direkt inguinal fıtıklarda ise fıtık boynu dar olmadığı için strangüstasyon daha az görülür.

Literatüre geçmiş nadir görülen bazı özel inguinal fıtık tipleri bulunmaktadır. Fıtık kesesinde sadece ince barsağın antimezenterik bölgesi sıkışıp, barsak duvarında gangren oluşuyorsa, bu özel fıtık tipine Richter fıtığı denir. Bu fıtıkta tam barsak tıkanıklığı görülmez, fakat barsak duvarında nekroz vardır. Littre fıtığında ise fıtık kesesi içinde Meckel divertikülü bulunur ve divertikül burada sıkışarak gangrene olur. İnce barsaklar “W” şeklinde fıtık kesesi içinde sıkışırsa, bu fıtık tipine de Maydl fıtığı denir. Maydl fıtığının tanısı zordur ve bu tip fıtıkta barsak duvarı nekrozu fıtık kesesi içinde olmaz, karın içindeki barsak bölümünde oluşur (Kalaycı, 2002).

KASIK FITIKLARINDA TEDAVİ

Kasıktaki fıtıklar teşhis edildiklerinde hastaya öncelikle cerrahi onarım önerilir ve hasta kabul ederse hemen elektif şartlarda hastaya cerrahi tedavi uygulanır. Elektif fıtık cerrahisinde amaç fıtıkta oluşabilecek inkarserasyon, mekanik barsak tıkanması ve strangülasyon gibi komplikasyonları önlemektir. Elektif fıtık cerrahisinde hastanın karın içi basıncını arttırabilecek hastalıklar, fıtık ameliyatı öncesinde tedavi edilmelidir. İnkarser fıtıklarda hasta sırt üstü yatırılarak, yumuşak hareketlerle, kitle karın içine itilir (redüksiyon). Kese içeriği karın içine redükte edildikten sonra, hasta yirmi dört saat gözlem altında tutulmalıdır. Redükte edilmeyen vakalarda acil cerrahi girişim uygulanmalıdır (Kalaycı, 2002).

Nonoperatif Tedavi

Kasık fıtıkları doğal seyri nedeniyle büyümektedir ve bunlarda inkarserasyon ve strangulasyon riski olduğundan, kasık fıtığı tanısı konulduğunda cerrahlar tarafında hemen cerrahi tedavi önerilir. Fakat kısa yaşam beklentisi olan, minimal şikayeti olan veya ciddi ek hastalığı olan hastalarda ameliyatsız tedavi uygulanır. Yüksek strangulasyon insidansı nedeniyle femoral fıtıklarda nonoperatif tedavi önerilmemektedir. Nonoperatif tedavide kasık bağları kullanılır ve bunlar fıtıklarda semptomatik rahatlama sağlayabilir. Fakat fıtık bağının kullanılmasıyla testiküler atrofi, femoral sinir nöriti ve inkarserasyon gibi komplikasyonlar görülebilir. Ayrıca bası nedeniyle fıtık kesesi ile kese içindeki organlar arasında yapışıklıklar oluşturarak, daha sonra yapılacak cerrahi onarımlarda teknik zorluklara neden olabilir (Towsend ve ark., 2010).

Cerrahi Tedavi

Kasık fıtıklarının cerrahi tedavisinde, fıtık kesesi ve karın duvarındaki defektin tedavisi yapılır. Çocuk fıtıklarında fıtık kesesi inguinal kanalın iç halkasına kadar serbestleştirilir, burada kese bağlanıp kesilip çıkarılır ve

bu şekilde bırakılır. Çocuklarda karın duvarı takviyesi yapılmaz.

Erişkin hastalarda inguinal ligamante paralel yada transvers cilt insizyonu yapılarak katmanlar geçilir. Dış oblik karın kasının aponevrozu inguinal kanalın dış ağzından itibaren açılır, ilioinguinal ve iliohipogastrik sinirler bulunur zarar verilmeden korunmaya alınır. Spermatik kord bulunup serbestleştirilir ve fıtık kesesi araştırılıp bulunur, fıtık kesesi açılıp fazlalıkları eksize edilir ve kese inguinal kanalın iç halkası hizasında bağlanır. Bu arada femoral ve direkt fıtık varlığı araştırılır. Bazı cerrahlar fıtık kesesini çıkarırken bazıları da fıtık kesesini içeri redükte ettikten sonra iç halkayı dikişlerle daraltırlar. İndirekt kasık fıtıklarının bir şekli de sliding fıtık denilen kayma fıtığıdır. Bu fıtıklarda fıtık kesesinin bir duvarını iç organlar oluşturur. Bu fıtıklarda organlar özenle karın içine itilir ve bu bölgedeki katmanlar kapatılır.

Direkt fıtıklar çoğunlukla edinseldir ve ileri yaşlarda görülürler. Direkt fıtıklarda Hesselbach üçgeni bütünüyle ileri doğru itilmiştir ve bu fıtıklarda belirgin bir keseleşme yoktur. Öne doğru şişmiş zayıf bölge karın içine itilir ve bu bölgede fasya transversalis dikişlerle kapatıldıktan sonra bu bölgeye sentetik yama konur. Direkt fıtık tamirlerinde de indirekt fıtık araştırılması yapılmalıdır.

Eduardo Bassini'nin başlattığı "inguinal kanalın arka duvarının (fasya transversalis) sağlamlaştırılması" ilkesi günümüzde de değişikliğe uğramamıştır. Kasık fıtıklarındaki defektin onarımında iki yöntem kullanılmaktadır. Birincisi onarım için hastanın dokuları kullanılır, ikincisinde ise onarım için sentetik yama kullanılır.

Bassini Yöntemi

Bir dönem sık kullanılmış olan bir yöntemdir. Fıtık kesesi ortadan kaldırıldıktan sonra tuberculum pubicum'dan inguinal kanalın iç halkasına kadar aralıklı dikişler konur. Burada inguinal ligament ile tendo conjunctivus karşılıklı getirilerek birbirine dikilir ve batin duvarındaki defekt bölgesi kapatılır. Bu onarım tipinde % 2.9 ile % 25 arasında nüks meydana geldiği bildirilmiştir. Doku gerginliğine sebebiyet verdiği için bu tekniğin kullanımı azalmıştır, günümüzde daha çok gerilimsiz yama kullanılan anterior veya laparoskopik yöntemler kullanılmaktadır.

Shoudice Yöntemi

Bu yöntemde Bassini onarımına benzerdir. Bu yöntemde defektin olduğu inguinal kanalın arka duvarında dört tabakalı bir onarım yapılmaktadır. Shouldice onarımının, iki veya üç tabakalı onarımın yapıldığı modifikasyonları da kullanılmaktadır. Bu teknikte nüks oranı % 2'nin altında bulunmaktadır.

Marcy Yöntemi

Bu yöntem genç erişkinlerde iç halkaya yakın fasya transversalis'teki sınırlı defekt varlığında kullanılmaktadır. Burada iç halkayı daraltacak şekilde kısmi fasya transversalis onarımı yapılır.

Mc Vay Yöntemi

Cooper ligamenti ile tendo conjunctivus arasına dikişler konarak bu iki yapı birbirine yaklaştırılarak karın duvarındaki defekt kapatılmaya çalışılır. Bu yöntemde yaklaştırma esnasında femoral damarlarda yaralanma riski vardır, ayrıca onarım bölgesinde gerginlik daha fazla olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bu yöntemin inguinal fıtıklarda kullanımı azalmıştır. Fakat femoral fıtıklarda sık kullanılmaktadır. Mc Vay onarımında % 1.5 ile % 15 arasında nüks vakaya rastlanmaktadır (Kalaycı, 2002).

Femoral Fıtıklarda Onarım

Sıklıkla inguinal ligamentin altından insizyon yapılarak fıtık kesesine ulaşılır, fıtık kesesi bağlanıp çıkarılır. Onarım için inguinal ligament ve tractus iliopubicus, Cooper ligamenti ve fasya pectineum'a dikilir ve böylece femoral kanal kapatılmış olur. Bu arada bu bölgedeki defekti kapatmak için sentetik yamalar da kullanılabilir. Açık yöntem dışında, laparoskopik preperitoneal yöntemle de sentetik yama kullanılarak tedavisi yapılabilir (Towsend ve ark., 2010).

Sentetik Yama İle Onarım

Bu yöntemde dokulara en uygun zararsız sentetik yapıdaki yamalar kullanılmaktadır. Polyester, polipropilen ve politetraflüretilen yapısındaki sentetik yamalar kullanılmaktadır. Yamaların kullanıldığı birçok yöntem, fıtık cerrahisinde geliştirilmiştir. Lichtenstein onarımı, tıkaç yama onarımı, Stoppa onarımı ve laparoskopik onarımda bu sentetik yamalar kullanılır

Lichtenstein Yöntemi

Bu yönteme gerilimsiz hernioplasti de denmektedir. Fıtık kesesi redükte edildikten ya da çıkarıldıktan sonra fasya transversalisteki defekti kapatacak şekilde 6x10 ile 8x15 cm arasında değişen boyuttaki polipropilen yama kullanılır. Yama tuberculum pubicum'dan başlayarak inguinal ligamente, diğer taraftan rektus kası kılıfına ve karın iç oblik kasına dikilir. Kordonun geçtiği yerde bir yarık açılır ve bu açıklık kordonu saracak şekilde kapatılır. Bu yöntemde % 0 ile % 2 arasında nüks görülür. Kadınların indirekt fıtıklarında bu yöntem önerilmez, kesenin çıkarılmasından sonra inguinal kanalın iç halkasının kapatılması yeterlidir.

Tıkaçlı Yama Yöntemi

İndirekt ve direkt fitik keseleri karın içine redükte edildikten sonra şemsiye şeklinde hazırlanan polipropilen tıkaç defekt bölgesine yerleştirilir ve birkaç dikişle etrafa tutturulur. Lichtenstein yöntemine benzer bir sentetik yama bu tıkaçın üstüne yerleştirilir. Üstteki yamaya dikiş konmaz, sadece kordonun geçmesi için oluşturulan aralık kapatılır. Nüks oranı Lichtenstein yöntemine benzerdir.

Stoppa Yöntemi

İki taraflı ve karışık fitıklarda kullanılan preperitoneal yöntemdir. Karın duvarındaki defektin arkasına yama yerleştirilir. Preperitoneal bölgeye ulaşıldığında defektin büyüklüğüne göre sentetik yama hazırlanır ve preperitoneal alana yerleştirilir. Yama üst tarafta karın duvarına dikişlerle tutturulur, yamanın diğer kısımları kendiliğinden karın duvarına yapışır. Özellikle büyük femoral fitıklarda tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntemin nüks oranı % 0 ile % 7 arasındadır (Kalaycı, 2002).

Laparoskopik Onarım

Laparoskopik kolesistektomiden sonra fitik cerrahisinde de laparoskopinin kullanılması gündeme gelmiştir. Günümüzde fitik cerrahisinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Laparoskopik fitik cerrahisi üç şekilde uygulanır. Birincisi periton içinden yama uygulamak, ikincisi karın içinden periton önüne yama uygulanması, üçüncüsü ise periton boşluğuna girmeden periton önüne yama uygulamak şeklindedir. Preperitoneal yaklaşım esas olarak gerilimsiz yama onarımının diğer bir şeklidir. Preperitoneal yaklaşımda, daha hızlı iyileşme sağlandığı, daha az ağrıya sebep olduğu, anatominin daha iyi görüldüğü, kasık defektlerinin hepsinin görülebildiği ve infeksiyonların daha az olduğu vurgulanmaktadır. Bu yaklaşımdaki maliyet yüksekliği, bu yöntemin bir dezavantajıdır. Çift taraflı veya nüks fitıklarda, laparoskopik yöntemin daha avantajlı olduğu kabul edilmektedir. Bu yöntemde komplikasyon oranı % 10'nun altında, nüks oranı ise % 0 ile % 3 arasındadır. Laparoskopik fitik onarımlarında genellikle genel anestezi uygulanmaktadır, laparoskopik olmayan yöntemlerde ise genel anestezi uygulanabileceği gibi lokal, spinal anestezi de uygulanabilir.

Periton içi yama uygulaması: Karın içine laparoskopik yöntemle girilir. Sentetik yama, iç halkayı da kapatacak şekilde periton üzerine dikişlerle tutturulur ve karın defekti kapatılmış olur. Bu yöntemde karın içi organlar yamaya yapıştıkları için, hastalarda mekanik barsak tıkanmaları gelişmiştir. Bu yüzden günümüzdeki yayınlarda bu yöntemden hiç bahsedilmemektedir.

Karın içinden periton önüne yama uygulanması (Trans abdominal preperitoneal-TAPP):Bu yöntemde klasik trokarlarla karın içine girilerek, kasık bölgesindeki periton açılır ve bu bölgede bulunan defekt bölgesini kapatacak şekilde yama karın transvers kasına ve Cooper ligamentine stapler ile tutturulur, sonrasında açılmış bu bölgede periton karşılıklı getirilerek dikişlerle kapatılır. İlk başlarda popüler olan bu yöntem günümüzde yerini total ekstraperitoneal (TEP) yöntemine bırakmıştır.

Tümüyle periton dışı yama uygulanması (total ekstraperitoneal –TEP): Göbek altından yapılan kesi ile rektus kası kılıfına ulaşılır, kılıf açılır ve rektus kasının altında künt disseksiyonla ya da balonla pubis kemiğine kadar alan açılır, trokarla bu bölgeye girilir ve hava verilerek laparoskop sokulur. Bu bölgede bulunan tractus iliopecticus, Cooper ligamenti, arteria ve vena iliaca externa, nervus genitofemoralis ortaya çıkarılmalıdır. İndirekt ya da direkt fitiktaki fitık içerikleri fitık kesesinden çıkarılıp karın içine redükte edilir. İndirekt fitıklarda kord dikkatli bir şekilde fitık içeriğinden ayrılmalıdır. Tüm herni içerikleri düşürüldükten sonra 10x15 cm lik polipropilen yama içeri sokulup direkt, indirekt ve femoral fitık alanlarını kapatacak şekilde yayılmalıdır. Yama tuberculum pubicum dan vena iliaca externaya kadar Cooper ligamentine, rektus kasına, karın transvers kasının aponevrozuna ve dış tarafta da tractus iliopecticus’a tacker stapler ile tutturulmalıdır. Yama spermatik kordun altında yer almalıdır. Vena iliaca externa ötesine staplerle tespit yapılmamalıdır, eğer konursa nervus genitofemoralisin genital dalında ve nervus cutaneus femoris lateralis’te zedelenme oluşabilir. Ayrıca burada iç tarafta ductus deferens, dış tarafta spermatik damarların sınırladığı, içinde arteria ve vena iliaca externa ve nervus femoralisin bulunduğu ölüm üçgeni (triangle of doom) denen alan bulunur, bu alanda da stapler kullanılmamalıdır (Towsend ve ark., 2010).

Corona mortis (ölüm tacı), pubis kemiğinin üst parçasının arka yüzünde rastlanılan anatomik bir varyasyondur. Fitik ameliyatlarında % 46 oranında saptanmıştır. Bu oluşumun yaralanması, ölümcül kanamalara yol açtığı için, bu yapıya ölüm tacı ismi verilmiştir. Corona mortis, arteria veya vena obturatoria’nın ramus pubicus’u ile arteria veya vena epigastrica inferior’un ramus pubicus’u arasında oluşan damarsal bir anastomozdur. Bu anastomoz venöz ya da hem venöz hem de arteriyel olabilir. Venöz yapıdaki corona mortis’e arteriyel olandan daha fazla rastlanmaktadır (Noussios ve ark., 2020).

KASIK FITIĞI AMELİYATLARININ KOMPLİKASYONLARI

Kasık fitiği ameliyatlarından sonra, kasık fitiğinin nüks etmesi, kasık bölgesinde kronik ağrı, yara infeksiyonu, damar ve sinir yaralanmaları, iç organ yaralanmaları (mesane, barsak), spermatik kord ve testis

yaralanmaları, yara bölgesinde hematoma ve seroma ve mekanik barsak obstrüksiyonu gibi komplikasyonlar görülebilir.

Kasık fıtıklarında nüks oranı, cerrahın tecrübesine ve kullanılan ameliyat tekniğine göre değişiklik gösterir. Ameliyat sonrası kronik kasık ağrılarının sebepleri arasında yaradaki skar dokusu, ameliyat sırasında bölgedeki sinirlerin zarar görmesi ve kullanılan sentetik yamaların etkileri bulunmaktadır. İnguinal fıtıklarda, ameliyat sonrası enfeksiyonlar yüzeyleydir ve vakaların % 5.4'ünde görülürler (Zhuo ve ark., 2016).

Açık ve laparoskopik ameliyatlarda damar ve sinir yaralanmaları meydana gelebilir, bunların önlenmesi için anatomiye hakim olmak gerekirken aynı zamanda titiz ve dikkatli bir cerrahi uygulanmalıdır. Özellikle laparoskopik yöntemlerde oluşan büyük damar yaralanmalarında laparotomi yapıp damarı onarılması gerekir. Hem klasik hem de laparoskopik fıtık cerrahisinde iç organ yaralanmaları gelişebilmektedir. Spermatik kordda ve testiste de yaralanmalar oluşabilmektedir, kordonun çok sıkıştırılması sonucunda testis ve skrotumda ödem ve şişme meydana gelebilmekte, hatta bu olay testis atrofisine kadar gidebilmektedir.

Yara yerinde hematoma kasık fıtık cerrahisinde sık rastlanılan bir komplikasyondur. Seromalar ise sıklıkla sentetik yamalara karşı gelişen, yara bölgesindeki serum birikmesidir. Mekanik barsak tıkanmaları genellikle laparoskopik fıtık onarımlarından sonra görülürler. Özellikle TAPP yönteminde barsaklar, trokar giriş yerlerine ve peritonun açılmış bölgelerine gidip yapışarak mekanik barsak tıkanmalarına sebebiyet verebilirler.

KAYNAKLAR

- Arifoğlu, Y. (2019). *Her yönüyle anatomi- Sindirim Sistemi Anatomisi*. (2. Bas-kı). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Burcharth, J., Pedersen, M., Bisgaard, T., Pedersen, C., Rosenberg, J. (2013). Nationwide Prevalence of Groin Hernia Repair. *Plos One*, 8(1), e54367. doi: 10.1371.
- Dalenbäck, J., Hjortborg, M., Rimbäck, G. (2016). Inguinal hernia in adults. *Lakartidningen*. 1,113.Duey.
- Erdman, S. (1923). Inguinal hernia in the male: late results in 978 traced cases. *Ann Surg*, 77(2), 171-89. doi: 10.1097/00000658-192302000-00004.
- Fruchaud, H., Leca, A., Breger, PR. (1956). Anatomie chirurgicale des Hernies de l'aîne. *Paris, Doin*.
- Hachisuka, T. (2003). Femoral hernia repair. *Surg Clin North Am*. 83:1189-205.
- Jenkins, J. T., O'Dwyer, P. J. (2008). Inguinal hernias. *BMJ*. 336:269-72.
- Kalaycı, G. (2002). İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Temel ve Klinik Bilimler Ders Kitapları-Genel Cerrahi. Rıdvan Seven (Ed.) *Karın Duvarı Fıtıkları*. (s.681-698). İstanbul. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.
- Karataş T, Özbag D, Kanlıoz M. (2020). Retrospective analysis of inguinofemoral hernias. *Medicine Science*, 9(1), 86-9. doi: 10.5455/medscience.2019.08.9142).
- laparoscopyhospital.com. (2021). History of Hernia. <https://www.laparoscopy-hospital.com/textbookoflaparoscopichernia.pdf> Erişim Tarihi: 09.12.2021
- Natarajan, B., Burjonrappa, S. C., Cemaj, S.,et al.(2012). *Shackelford surgery of the alimentary tract*. Yeo CJ, Matthews JB, Mac Fadden DW, et al. *Basic features of groin hernia and its repair*. (Pages 556 – 5829). (7th edition). Philadelphia: Elsevier.
- Noussios, G., Galanis, N., Chatzis, I., Konstantinidis, S., Filo, E., Karavasilis, G., Katsourakis, A. (2020). The Anatomical Characteristics of Corona Mortis: A Systematic Review of the Literature and Its Clinical Importance in Hernia Repair. *J Clin Med Res*. 12(2): 108–114. doi: 10.14740/jocmr4062
- Ramanan, B., Maloley, B. J., Fitzgibbons, R. J.(2014). Inguinal Hernia: Follow or Repair? *Advances in Surgery*. 48,1-11. doi: 10.1016/j.yasu.2014.05.017.
- Read, R. C. (1998). Metabolic factors contributing to herniation: a review. *Hernia* 2(2),51-5).
- Rutkow, I.M. (1998). A selective history of groin hernia surgery in the early 19. century:The anatomic atlases of Astley Cooper, Franz Hesselbach, Anto-

- nio Scarpa, and Jules-Germain Cloquet. *Surg Clin North Am.* 78(6), 921-40.
- Sanjay. P., Woodward, A. (2007). Single strenuous event: Does it predispose to inguinal herniation? *Hernia* 11, 493–496
- Stoppa, R., Van Hee, R. (1998). Surgical Anatomy of the Groin Region. *Acta Chirurgica Belgica.* 98(3), 124-126. doi: 10.1080/00015458.1998.12098396
- Towsend, C. M., Evers, B. M., Beauchamp, R. D., Mattox, K. L. (2010) Sabiston Textbook of Surgery-Modern Cerrahi Pratiğin Biyolojik Temeli. Çeviri Ed: Ali Naki Ulusoy. *Herniler.* (s.1199-218). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.
- Van Veenendaal, N., Simons, M. P., Bonjer, H. J. (2018). Summary for patients: International guidelines for groin hernia management. *Hernia*, 22(1), 167–168. doi: 10.1007/s10029-018-1729-9.
- Van Wessel, K. J. P., Simons, M. P., Plaisier, P. W., Lange, J. F. (2003). The etiology of indirect inguinal hernias: congenital and/or acquired? *Hernia*, 7(2), 76-9. doi: 10.1007/s10029-002-0108-7
- Zhuo, Y., Zhang, Q., Tang, D., Cai, D. (2016). The effectiveness of i.v. cefuroxime prophylaxis of surgical site infection after elective inguinal hernia repair with mesh: A retrospective observational study. *Eur J Clin Pharmacol.* 72(9),1033-9.

Bölüm 15

KONVANSİYONEL VE GÜNCEL ENDODONTİK TEDAVİDE ÇAĞDAŞ REHBER YOL OLUŞTURMA SİSTEMLERİ

Cihan KÜDEN¹

¹ Cihan Küden, Öğretim Görevlisi Doktor, Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-2663-9828

Kök kanal sisteminin hazırlanması, kök kanal tedavisinde en önemli aşamalardan biri olarak kabul edilmektedir (Michael Hülsmann, Peters, & Dummer, 2005). Enfekte kök dentin ile birlikte kök kanal sisteminden hayati ve nekrotik dokuların çıkarılmasını ve yeniden tedavi durumlarında metalik ve metalik olmayan engellerin kaldırılmasını içerir. İrriganlar ve ilaçlarla dezenfeksiyonu kolaylaştırmak için kanal boşluğunu hazırlamayı amaçlar. Bu nedenle kanal hazırlığı enfeksiyonu ortadan kaldıran temel aşamadır. Yeniden enfeksiyonun önlenmesi, daha sonra sıvı geçirmez bir kök kanal dolgusu ve bir koronal restorasyon sağlanmasıyla sağlanır.

Edward Maynard, ilk endodontik el aletlerinin geliştirilmesiyle tanınır. Yuvarlak bir teli çentikleyerek (başlangıçta saat yayları ve daha sonra piyano telleri) pulpa dokusunu çıkarmak için küçük aletler üretmiştir (Bellizzi & Cruse, 1980; Grossman, 1976). 1852’de Arthur, kök kanal genişletmesi için küçük ince aletler kullanmıştır (Bellizzi & Cruse, 1980; Grossman, 1987). 19. yüzyılın ortalarındaki ders kitaplarında, kök kanallarının şiş benzeri tel ile genişletilmesi tavsiye edilir. Bu kanalları oluşturmanın en iyi yöntemi, keskin bir noktaya kadar sivrilmiş üç veya dört kenarlı şiş benzeri bir tel olarak gösterilmiştir. Bu alet, kanalı genişletmek ve ona düzenli bir şekil vermek için kullanılmıştır (M Hülsmann, 1996). 1885’te Gates Glidden frezleri ve 1915’te K tipi eğe tanıtıldı. Aletlerin standardizasyonu 1929’da Trebitsch ve yine 1958’de Ingle tarafından önerilmiş olmasına rağmen, endodontik aletler için ISO spesifikasyonları 1974’ten önce yayınlanmamıştır (M Hülsmann, 1996).

Döner cihazların kullanımına ilişkin ilk açıklama Oltramare (Michael Hülsmann et al., 2005; Oltramare, 1892) tarafından yapılmış görünmektedir. Bir dental el aletine takılabilen dikdörtgen kesitli ince iğnelerin kullanımını bildirmiştir. Bu iğneler kök kanalına apikal foramenlere pasif olarak yerleştirildi ve ardından rotasyon başlatılmıştır. Genellikle pulpa dokusunun kök kanalından hemen çıkarılabildiği iddia edilmiştir ve alet kırıklarını önlemek için kavisli kök kanallarında sadece ince iğnelerin kullanılmasını savunulmuştur. 1889’da William H. Rollins, otomatik kök kanal hazırlığı için ilk endodontik el aletini geliştirmiştir. 360° dönebilen bir dental el aletine monte edilen özel olarak tasarlanmış iğneler kullanmış olup, alet kırılmalarını önlemek için dönüş hızı 100 rpm ile sınırlandırılmıştır (Milas, 1987).

1928’de Cursor eğeleme anguldurvası, Avusturyalı W&H şirketi (Bürmoos, Avusturya) tarafından geliştirildi. Bu anguldurva, eğin hem dönme ve hem de dikey yöndeki hareketini sağlamaktaydı. 1958’de Racer-el aletinin (W&H) ve 1964’te Giromatic’in (MicroMega, Besançon, Fransa) pazarlanmasıyla farklı hareketler yapabilen otomatize endodontik el aletleri Avrupa’da popüler hale gelmiştir (M Hülsmann, 1996). Racer el aleti dikey bir hareketle, Giromatic ise karşılıklı 90° dönüşle çalıştı. Kombine

dikey ve 90° dönme hareketine sahip Endolift (Kerr, Karlsruhe, Almanya) gibi diğer endodontik el aletleri ve benzer cihazlar, geleneksel endodontik el aletlerinin bu dönemde pazarlandı (Michael Hülsmann, 2000). Ancak tüm bu cihazlar tümü paslanmaz çelikten yapılmış enstrümanların sınırlı dönüşü ve/veya sert yukarı ve aşağı hareketi ile çalıştı.

İlk olarak Walia, Brantley, & Gerstein (1988) tarafından el aletleri olarak tanımlanan nikel-titanyumdan (NiTi) yapılan enstrümanların kanal hazırlığı üzerinde büyük etkisi olmuştur. Rollins tarafından 100 yıldan daha uzun bir süre önce açıklanan yöntemleri ve mekanik ilkeleri kullanılarak NiTi döner aletleri tanıtıldı. El aletleri kullanılmaya devam ederken, NiTi döner aletler ve gelişmiş hazırlama teknikleri, geleneksel alet ve cihazların bazı önemli dezavantajlarından kaçınma potansiyeline sahip kök kanal şekillendirmesi için yeni bakış açıları sunmuştur.

NiTi eğelerinin artan dayanıklılığı, şekillendirme sistemlerindeki enstrüman sayısını azaltmıştır; ancak yeterli bir şekillendirme ve enfekte materyalin eliminasyonunu sağlamak için enstrümanların konikliği artırılmıştır (Alsilani, Jadu, Bogari, Jan, & Alhazzazi, 2016; Burklein, Hinschitz, Dammaschke, & Schafer, 2012). Böylece özellikle dar ve kavisli kök kanallarında bir başlangıç rehber yol oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

1. Endodontide Güncel Kök Kanal Şekillendirmesi

Metalurjide son yıllarda yaşanan gelişmeler, yenilikçi tasarımların yanı sıra farklı kinematikler üzerinde çalışan birçok yeni dosya sistemini mümkün kılmıştır. Teknolojik gelişmelere rağmen bugüne kadar kullanılan tüm hazırlama yöntemleri ve eğe sistemlerinin çeşitli düzeylerde dentin ekstrüzyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Kherlakian et al., 2016). Daha önceki çalışmalarda nikel-titanyum (NiTi) tek eğe sistemleri, kök kanal preparasyonunda kullanılan rotasyonel ve resiprokal hareket ile çalışan el eğeleri kullanılarak yapılan preparasyona göre preparasyon sırasında debris ekstrüzyonu kök kanal transportasyonu gibi prosedürel hatalara daha az miktarda neden olduğu bildirilmiştir (Boijink, Costa, Hoppe, Kopper, & Grecca, 2018; Talebzadeh et al., 2016).

1.1 Mekanik Kök Kanal Şekillendirmesinin Amaçları

Kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonu, irrigasyon maddelerinin ve antibakteriyel ilaçların bakterileri daha etkili bir şekilde yok etmesine ve bakteriyel yan ürünleri ortadan kaldırmasına izin veren alanı oluşturduğundan, kök kanal hazırlığının önemli bir aşamasıdır. Bununla birlikte, endodontik tedavideki en zor görevlerden biri olmaya devam etmektedir. Literatürde tedavinin bu aşaması için enstrümantasyon, hazırlama, büyütme ve şekillendirme gibi çeşitli terimler kullanılmıştır. Kök

kanal hazırlığının ana hedefleri, periradiküler hastalığın önlenmesi ve hastalığın halihazırda mevcut olduğu durumlarda iyileşmenin desteklenmesidir:

- Ana kök kanallarından vital ve nekrotik dokunun çıkarılması.
- İrrigasyon ve antibakteriyel ajanların etki edebilmesi için yeterli alan yaratılması.
- Apikal kanal anatomisinin bütünlüğünün ve konumunun korunması.
- Kanal sistemine ve kök yapısına iyatrojenik hasarın önlenmesi.
- Kök kanal dolgu aşamasının kolaylaştırılması.
- Periradiküler dokularda daha fazla tahriş ve enfeksiyondan kaçınma.
- Dişin uzun süreli işlevine izin vermek için sağlam kök dentininin korunması.

2. Endodontik Rehber Yol Oluşturma

Kök kanalından apekse kadar olan düz yuvarlak bir boşluk olarak tanımlanan endodontik rehber yol terimi, kök kanallarının güvenli bir şekilde şekillendirilmesi için oldukça önemlidir (Şekil 1). Endodontik rehber yol oluşturma, kök kanal ağzı açıklığından fizyolojik apekse uzanan düz yuvarlak bir tünel olarak tanımlanmıştır (Berutti, Negro, Lendini, & Pasqualini, 2004; Paleker & van der Vyver, 2016). Kanal ağzından fizyolojik apekse uzanan rehber yolu, ilk döner aletin açmış olduğu yolu takip edebilmesine izin vererek NiTi enstrümanlarla ileri şekillendirmeye olanak tanır (Patino, Biedma, Liebana, Cantatore, & Bahillo, 2005). Başarılı bir rehber yol oluşturma torsiyonal stresi azaltır, şekillendirme enstrümanının ömrünü uzatır, basamak oluşumu, perforasyon veya kanal transportasyonu gibi prosedüre bağlı hataları azaltır (Berutti et al., 2004; Cassim & van der Vyver, 2013; Michael Hülsmann et al., 2005).



Şekil 1. Endodontik rehber yolu oluşturma (Korzen, 2016)

Endodontik rehber yol oluşturma, eğimlendirilmiş paslanmaz çelik K-tipi eğelerle veya NiTi rehber yol oluşturma eğeleri ile gerçekleştirilebilir. Paslanmaz çelik K-tipi eğeler; gelişmiş dokunma hissi, anatomik kurvatürlerin değerlendirebilme, ege kırık riskinde azalma, kanal tıkanıklarının aşılabilmesi ve düşük maliyet gibi avantajlara sahiptir (Berutti et al., 2004; Cassim & van der Vyver, 2013; Jerome & Hanlon Jr, 2003). El eğeleri ile rehber yol oluşturma dezavantajları arasında; hekim ve el yorgunluğu, artan genişletme süresi, daha büyük eğelerin kullanımında kanaldan sapma riskinin artması ve orjinal kanal anatomisinin değişimi ve apikalden çıkan debris miktarında artma gösterilmektedir (Gergi, Rjeily, Sader, & Naaman, 2010). Bu nedenle, son araştırmalar, güvenli ve öngörülebilir bir rehber yol elde etmek için nikel-titanyum (NiTi) döner aletlere odaklanmıştır. NiTi aletleri ile döner rehber yol bulma, ilk olarak bir rehber yol oluşturma ve manuel ön genişletme ihtiyacını ortadan kaldırmak amacıyla tanıtıldı. PathFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ve G-File (Micro-Mega, Besanc, Cedex, Fransa), geleneksel NiTi'den üretilen ilk endodontik döner rehber yol bulma aletleri arasında gösterilmektedir (Kırıcı, Çolak Topçu, & Karataş, 2017). Yapılan çalışmalarda, rehber yol oluşturulurken paslanmaz çelik K tipi eğelerin veya döner NiTi aletlerin kullanılması tavsiye edildi (Cangul Keskin, Sarıyılmaz, & Demiral, 2018; Mollashahi, Saberi, Havaei, & Sabeti, 2017; Talebzadeh et al., 2016).

2.1. Endodontik Rehber Yolu Oluşturan Manuel Sistemler

K tipi eğeler, C-Pilot eğeler (VDW, Münih, Almanya), C+ eğeler (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Pathfinder SS (SybronEndo, Glendora, CA, ABD), Pathfinders CS (SybronEndo, Glendora, CA, ABD), Senseus Profinders (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Hi-5 file (Miltex, York, PA, ABD), K finders (Sendoline, Sjodings, İsveç), S finders (Sendoline, Sjodings, İsveç), D finders (Mani, Tochigi-ken, Japonya) rehber yol oluşturmada el ile kullanılan eğelerdir (Şekil 2). K tipi eğeler; rehber yol oluşturmada ilk kullanılan eğeler olup, günümüzde manuel eğeler arasında en çok tercih edilen egedir.



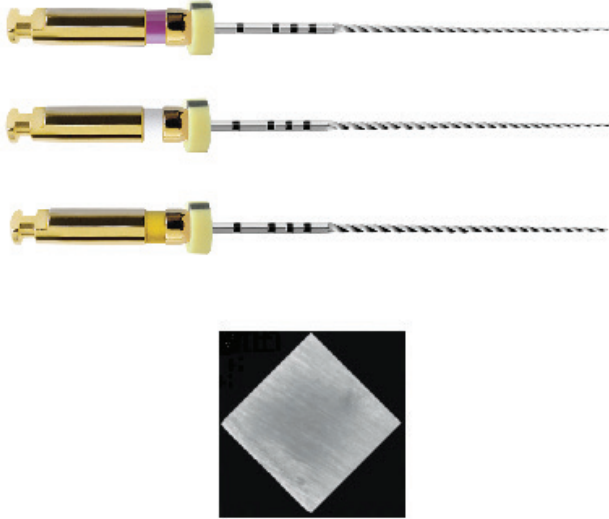
Şekil 2. Rehber yol oluşturmada kullanılan farklı firmaların kök kanal eğeleri; sırasıyla K-file, Pathfinder, VDW C-Pilot file (Sebastian Bürklein & Schäfer, 2013)

2.2. Endodontik Rehber Yol Oluşturan Tam Rotasyon Yapan Döner Sistemler

PathFiles (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), G Files (Micro-Mega, Besançon, Fransa), Safesiders (Essential Dental Systems, NJ, ABD), V Glide Path 2 (S.S. White, PA, ABD), Pre Shaper (Specialized Endo, Portland, OR, ABD), Endowave (Morita, Dietzenbach, Almanya), ProGlider (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), OneG (Micro-Mega, Besançon, Fransa), X-Plorer Canal Navigation (Clinician's Choice Dental Products, New Milford, ABD), Scout Race (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), HyFlex GPF (Coltene-Whaledent, Allstetten, İsviçre) endodontik rehber yol oluşturan döner sistemlerdir.

2.2.1. PathFile

Endodontik rehber yol oluşturmak için üretilen döner Ni-Ti enstrumanlardır. 0,13 mm, 0,16 mm 0,19 mm uç çaplarına sahip 3 adet eğden oluşmakta olup .02'lik konikliğe sahiptir (Şekil 3). Yuvarlatılmış, kesici olmayan uçlara sahiptir. Eğelerin yatay kesiti karedir. Bu kesit eğenin torsiyonel strese karşı direncini artırırken, 4 kesici kenarı ile etkin genişletme sağladığı belirtilmiştir (Cantatore, Berutti, & Castellucci). Enstrumanlar 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır.



Şekil 3. PathFile eğeleri ve horizontal kesit görüntüsü (Dentsply Sirona, 2012)

2.2.2. ProGlider

Tek bir eğden oluşan, rehber yol oluşturmak için tasarlanmış, NiTi döner enstrumandır. ProGlider kesici olmayan 0,16 mm uca sahiptir (Şekil 4). Eğenin kesici bölgesi .02'den .08'e değişen artan bir koniklik göster-

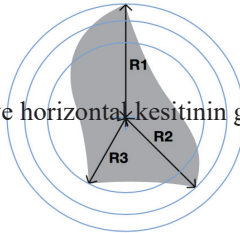
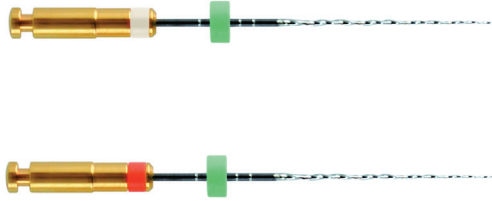
mektedir, M-wire ısıtıl işlem teknolojisi ile üretildiğinden, döngüsel yorulma direnci ve esnekliği yüksektir (Elnaghy & Elsaka, 2014). Enstrüman 300 rpm hız ve 2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır. Maksimum tork değeri 5,2 N.cm'dir. Eğe 21 mm, 25 mm ve 31 mm boylarında üretilmiştir.



Şekil 4. ProGlider eğesi ve horizontal kesitinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Dentsply Sirona, 2014)

2.2.3. G-Files

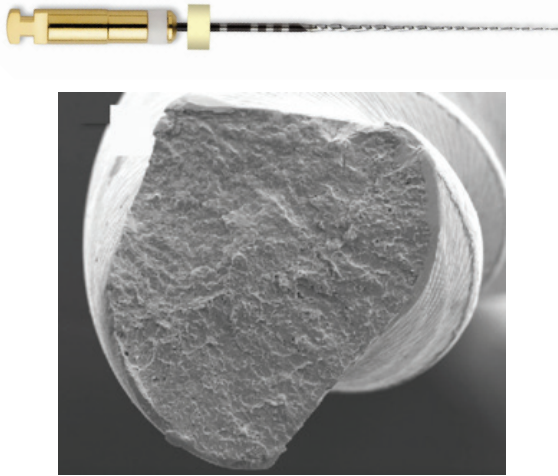
Endodontik rehber oluşturmak için üretilmiş G-Files; G1 ve G2 adı verilen 2 Ni-Ti eğeden oluşmaktadır (Şekil 5). Eğeler 0,12 mm ve 0,17 mm kesici olmayan uçlara ve .03 konikliğe sahiptir. Eğeler 21 mm, 25 mm ve 29 mm uzunluğunda üretilmişlerdir. Enstrüman 250-400 rpm hız ve 1,2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır. 3 farklı yarıçap üzerinde kesici kenarlarının bulunması debris eliminasyonu için yer sağlamaktadır.



Şekil 5. G-Files eğeleri ve horizontal kesitinin görüntüsü (MicroMega)

2.2.4. One G

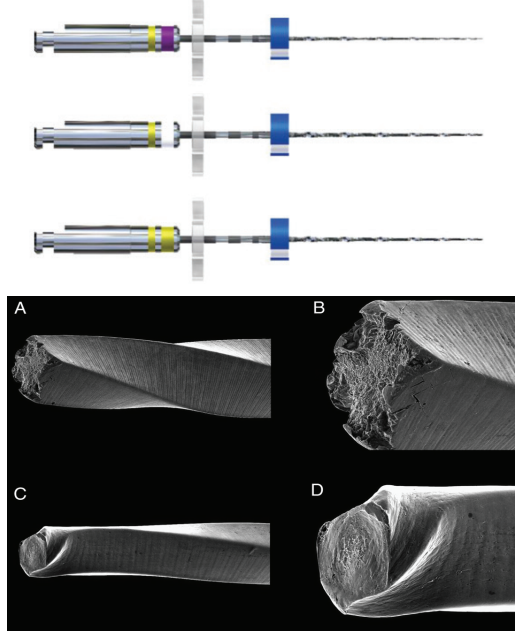
Endodontik rehber yolu oluşturmak için tasarlanmış tek eğe sistemin-den oluşur (Şekil 6). Esneklik ve döngüsel yorgunluğu arttıran M-Wire telinden özel bir ısıtım işlemi ile üretildiğinden; esneklik ve döngüsel yorgunluk direnci yüksektir (Uslu, Ozyurek, & Inan, 2016). One G 0,14mm uç kalınlığına ve .03 konikliğe sahiptir. Yatay kesitte asimetrik olup, 3 kesici kenarı bulunmaktadır, böylelikle etkili debris eliminasyonu için daha fazla yer sağlamaktadır (Uslu et al., 2016). Eğe 21 mm, 25 mm ve 29 mm boylarında üretilmiştir. Enstrüman 250-400 rpm hız ve 1,2 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır.



Şekil 6. One G eğesi ve horizontal kesitinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Uslu et al., 2016)

2.2.5 ScoutRace

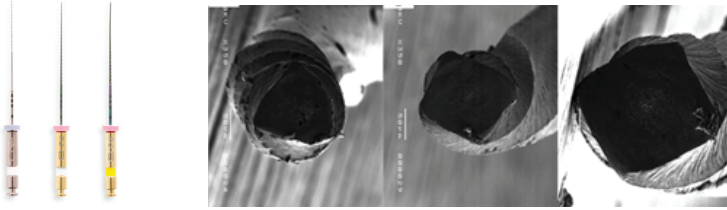
FKG (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre) firmasının 3 enstrümanından oluşan sistem 0,10 mm, 0,15 mm 0,20 mm uç çaplarına sahip olup .02'lik konikliğe sahiptir. Tüm eğeler hassas yönlendirme için özel yuvarlatılmış güvenlik bir uca ve kare kesite sahiptir (Şekil 7). Vidalama etkisini ortadan kaldırmak için değişen kesme kenarları mevcuttur. Burulma ve yorulmaya karşı daha iyi direnç için elektro-kimyasal cilalama ile yüzeyler bitirilmiştir. Enstrümanlar 800 rpm hız (minumum 600 rpm) ve 1,5 N.cm tork değerlerinde devamlı rotasyon yapmaktadır.



Şekil 7. ScoutRace eği ve horizontal kesitinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Lopes et al., 2012)

2.2.6 HyFlex GPF

Hyflex GPF (Coltene-Whaledent, Altstätten, İsviçre), üç aletten oluşan çok yönlü bir rehber yol oluşturma sisteminin biridir. Enstrumanların uç çapları boyutları ve konikliği sırasıyla 0,15 mm .01 koniklik, 0,15 mm .02 koniklik ve 0,20 mm .02 koniklik özelliklerine sahiptir. Enstruman uç çapı 0,15mm ve .01 konikliğe sahip eği geleneksel NiTi telinden ve üçgen bir kesitten imal edilmiştir; diğer iki enstruman kontrollü bellek telinden (CM-Wire) yapılmış olup kare kesite sahiptir (Şekil 8).



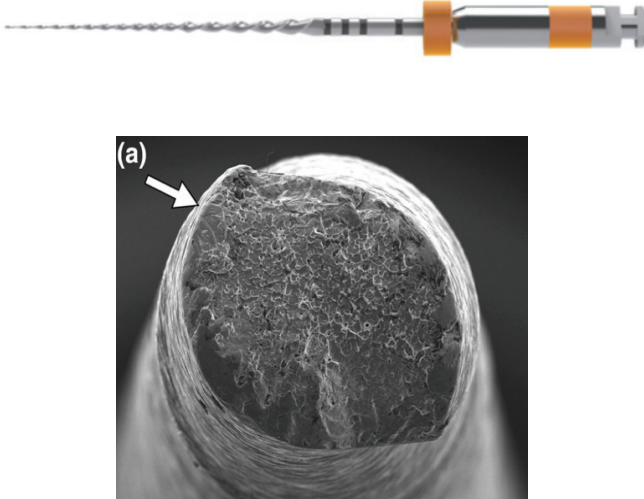
Şekil 8. HyFlex GPF eği ve sırasıyla #10, #15 ve #20 numaralı eğelerin horizontal kesitlerinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Alcalde et al., 2018)

2.3. Resiprokal hareket yapan rehber yol oluşturan sistemler

Şekillendirme protokolünü basitleştirme yönündeki mevcut eğilimin ardından, bazıları karşılıklı hareket tarafından yönlendirilen yeni tek dosya sistemleri piyasaya sunuldu (S Bürklein, Benten, & Schäfer, 2013; Kim et al., 2012; Yared, 2008). Resiprokal hareket, el aletlerinin “dengeli kuvvet kavramını” taklit eder ve döner aletlerin tekrarlayan ileri geri hareketi olarak tanımlanır. Bu tür eğeler, elastik limitlerinin altında çalışır ve böylece, üreticilerin kullandığı alaşımdan bağımsız olarak aletlerin ömrünü uzatır ve kırılma direncini artırır (De-Deus et al., 2013; Wan, Rasimick, Musikant, & Deutsch, 2011; Yoo & Cho, 2012). Resiprokal sistemlerde eşit olmayan çift yönlü açılar kullanılması, aletlerin ömrünü önemli ölçüde artırır. (Gambarini et al., 2011)

2.3.1. R-pilot

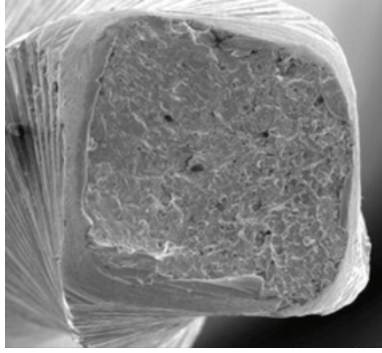
R-Pilot (VDW, Münih, Almanya) da ProGlider’a benzer M-Wire NiTi alaşımından üretilmiştir ve Mtwo’ya benzer S-şekilli kesit tasarımına sahiptir (Şekil 9). Bununla birlikte, R-Pilot, ileri geri hareketle çalıştırılan ilk süzülme yolu aletidir. R-Pilot, sabit 0,04 koniklik açısına ve 0,125 mm uç çapına ve kesici uçlu sahiptir (Cangül Keskin, İnan, Demiral, & Keleş, 2018).



Şekil 9. R-Pilot eğesi ve horizontal kesitinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Özyürek et al., 2018)

2.3.2. WaveOne Gold Glider

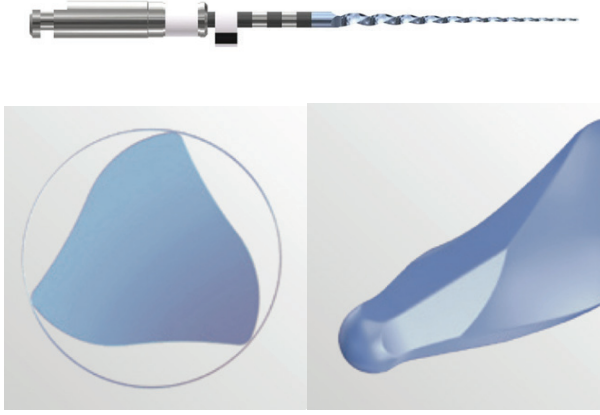
Başka bir pistonlu süzülme yolu aleti olan WaveOne Gold Glider (Dentsply Sirona; Ballaigues, İsviçre), 0,15 mm uç çapına ve maksimum kanal çapı 0,170 mm (8. Mm çapı 0,413 ve 16.mm çapı 0,850 mm) olan %2 ile %6 arasında değişen konikliğe sahiptir (Dentsply Sirona, 2017). WaveOne Gold glider, tüm WaveOne Gold enstrümanlarında olduğu gibi termomekanik işlem görmüş ve paralelkenar şekilli bir kesite sahip M-wire telinden üretilmiştir (Şekil 10).



Sekil 10. WaveOne Gold Glider eğesi ve horizontal kesitinin taramalı elektron mikroskop görüntüsü (Cangül Keskin et al., 2018)

2.3.3. R-Motion Glider

Resiprokal hareket yapan R-Motion Glider (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), tek bir enstrumandan oluşan çok yönlü bir rehber yol oluşturma sistemidir. Enstrümanların uç çapı boyutu 0,15 mm olup konikliği .03 olarak belirtilmiştir. Keskin kesme kenarları ve optimize edilmiş eğe ucu ile dentin yapısındaki meydana gelebilecek hatalar minimuma indirgenmeye çalışılmış olup yuvarlatılmış üçgen bir kesite geometrisi göstermektedir (Şekil 11).



Şekil 11. *R-Motion Glider eğesi ve horizontal kesitin ve uç yapısının görüntüsü (FKG, 2021)*

3. Rehber Yol Sistemlerinin Önemi ve Modern Endodontideki Yeri

Kök kanal aletlerindeki çağdaş gelişmelerle ilgili her adımın temel kavramlarını ve mevcut uygulamalarını tanımlamak ve ilişkilendirmek için kanıta dayalı bir kılavuza ihtiyaç vardır. Rehber yol oluşturma, dentin mikro çatlak insidansını etkilemeyebilir ve enstrümanların yüzeyindeki kusurların veya ayrılmaların görülme sıklığını azaltmayabilir (Plotino et al., 2020). Ancak rehber yol hazırlığının kullanılması kanal ulaşımını önemli ölçüde azaltır. Döner veya resiprokal hareket yapan motorlu rehber yol şekillendirmesi, el ile rehber yol hazırlığına kıyasla önemli ölçüde daha az kanal taşınması ve orijinal kanal anatomisinin daha fazla korunmasını sağlamıştır (Alovisi et al., 2017). Aynı zamanda motorlu rehber yol hazırlığı, el eğelerinin kullanımına kıyasla şekillendirme süresini azaltabilir. Bu açılarından değerlendirildiğinde motorlu rehber yol oluşturulma sistemleri özellikle kurvatürlü kanalların şekillendirilmesinde kök kanal anatomisinin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Referanslar

- Alcalde, M., Duarte, M. A. H., Bramante, C. M., Tanomaru-Filho, M., Vasconcelos, B., Só, M., & Vivan, R. R. (2018). Torsional fatigue resistance of pathfinding instruments manufactured from several nickel-titanium alloys. *International endodontic journal*, 51(6), 697-704.
- Alovisi, M., Cemenasco, A., Mancini, L., Paolino, D., Scotti, N., Bianchi, C., & Pasqualini, D. (2017). Micro-CT evaluation of several glide path techniques and ProTaper Next shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *International endodontic journal*, 50(4), 387-397.
- Alsilani, R., Jadu, F., Bogari, D. F., Jan, A. M., & Alhazzazi, T. Y. (2016). Single file reciprocating systems: A systematic review and meta-analysis of the literature: Comparison of reciproc and WaveOne. *J Int Soc Prev Community Dent*, 6(5), 402-409. doi:10.4103/2231-0762.192945
- Bellizzi, R., & Cruse, W. P. (1980). A historic review of endodontics, 1689-1963, part 3. *Journal of Endodontics*, 6(5), 576-580.
- Berutti, E., Negro, A. R., Lendini, M., & Pasqualini, D. (2004). Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, 30(4), 228-230. doi:10.1097/00004770-200404000-00011
- Boijink, D., Costa, D. D., Hoppe, C. B., Kopper, P. M. P., & Grecca, F. S. (2018). Apically extruded debris in curved root canals using the WaveOne Gold reciprocating and Twisted File Adaptive systems. *Journal of Endodontics*, 44(8), 1289-1292.
- Bürklein, S., Benten, S., & Schäfer, E. (2013). Shaping ability of different single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *International endodontic journal*, 46(6), 590-597.
- Burklein, S., Hinschitzka, K., Dammaschke, T., & Schafer, E. (2012). Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 45(5), 449-461. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01996.x
- Bürklein, S., & Schäfer, E. (2013). Critical evaluation of root canal transportation by instrumentation. *Endodontic Topics*, 29(1), 110-124. doi:10.1111/etp.12043
- Cantatore, G., Berutti, E., & Castellucci, A. PathFiles: A New Rotary Nickel-Titanium Instrument for Mechanical Glide Path and Preflaring. *Univesity of Verona, University of Turin, University of Florence*.
- Cassim, I., & van der Vyver, P. J. (2013). The importance of glide path preparation in endodontics: a consideration of instruments and literature. *Sadj*, 68(7), 322, 324-327.

- De-Deus, G., Arruda, T. E. P., Souza, E. M., Neves, A., Magalhães, K., Thuanne, E., & Fidel, R. A. S. (2013). The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *International endodontic journal*, 46(10), 993-998. doi:doi:10.1111/iej.12091
- Dentsply Sirona, (2012). PathFile Rotary Glide Path Files Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/pathfile-rotary-glide-path-files.html> Accessed Nov 27, 2021.
- Dentsply Sirona, (2014). <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/proglider-rotary-glide-path-files.html> Accessed Nov 30, 2021.
- Dentsply Sirona. (2017) WaveOne Gold Glider Brochure. Available from: <https://www.dentsplysirona.com/en-us/shop/waveone-gold-glider-file.html> Accessed Dec 01, 2021.
- Elnaghy, A. M., & Elsaka, S. E. (2014). Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper Next instruments with and without glide path. *J Endod*, 40(12), 2053-2056. doi:10.1016/j.joen.2014.09.001
- FKG, (2021), R-Motion Glider Brochure https://www.fkg.ch/sites/default/files/FKG_R-Motion_Brochure_EN_WEB_202006.pdf
- Gambarini, G., Plotino, G., Grande, N. M., Al-Sudani, D., De Luca, M., & Testarelli, L. (2011). Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J*, 44(4), 337-341. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01835.x
- Gergi, R., Rjeily, J. A., Sader, J., & Naaman, A. (2010). Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod*, 36(5), 904-907. doi:10.1016/j.joen.2009.12.038
- Korzen, B.H. (2016) The Glide Path — laying the groundwork for proper endodontic instrumentation. Available from: <https://endopracticeus.com/the-glide-path-laying-the-groundwork-for-proper-endodontic-instrumentation/> Accessed Dec 03, 2021.
- Grossman, L. I. (1976). Endodontics 1776-1976: a bicentennial history against the background of general dentistry. *J Am Dent Assoc*, 93(1), 78-87.
- Grossman, L. I. (1987). Pioneers in endodontics. *Journal of Endodontics*, 13(8), 409-415.
- Hülsmann, M. (1996). Zur Geschichte der Wurzelkanalaufbereitung. *Endodontie*, 5, 97-112.
- Hülsmann, M. (2000). Entwicklung einer Methodik zur standardisierten Überprüfung verschiedener Aufbereitungsparameter und vergleichende In-vitro-Untersuchung unterschiedlicher Systeme zur maschinellen Wurzelkanalaufbereitung: *Quintessenz-Verlag*.

- Hülsmann, M., Peters, O. A., & Dummer, P. M. H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1), 30-76. doi:10.1111/j.1601-1546.2005.00152.x
- Jerome, C. E., & Hanlon Jr, R. J. (2003). Identifying Multiplanar Root Canal Curvatures Using Stainless-Steel Instruments. *Journal of Endodontics*, 29(5), 356-358. doi:http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200305000-00010
- Keskin, C., İnan, U., Demiral, M., & Keleş, A. (2018). Cyclic fatigue resistance of R-Pilot, WaveOne Gold Glider, and ProGlider glide path instruments. *Clinical oral investigations*, 22(9), 3007-3012.
- Keskin, C., Sarıyılmaz, E., & Demiral, M. (2018). Shaping ability of Reciproc Blue reciprocating instruments with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 12(1), 63.
- Kherlakian, D., Cunha, R. S., Ehrhardt, I. C., Zuolo, M. L., Kishen, A., & da Silveira Bueno, C. E. (2016). Comparison of the incidence of postoperative pain after using 2 reciprocating systems and a continuous rotary system: a prospective randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 42(2), 171-176.
- Kim, H.-C., Kwak, S.-W., Cheung, G. S.-P., Ko, D.-H., Chung, S.-M., & Lee, W. (2012). Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of Endodontics*, 38(4), 541-544.
- Kırıcı, D., Çolak Topçu, M., & Karataş, E. (2017). Comparison of the effect of different glide path Ni-Ti rotary systems on the formation of dentinal crack on curved root canals. *Turkish Endo J (TEJ)*, 2(1), 1-4.
- Lopes, H. P., Elias, C. N., Siqueira, J. F., Soares, R. G., Souza, L. C., Oliveira, J. C. M., . . . Mangelli, M. (2012). Mechanical Behavior of Pathfinding Endodontic Instruments. *Journal of Endodontics*, 38(10), 1417-1421. doi:https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.05.005
- MicroMega. (2015) One G Brochure Retrieved from <https://micro-mega.com/catheterism/one-g/?lang=en> Accessed Dec 03, 2021
- Milas VB. (1987) History. In: Cohen R, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 4th edn. St Louis, MO: C.V. Mosby: 619-634.
- Mollashahi, N. F., Saberi, E. A., Havaei, S. R., & Sabeti, M. (2017). Comparison of postoperative pain after root canal preparation with two reciprocating and rotary single-file systems: A randomized clinical trial. *Iranian endodontic journal*, 12(1), 15.
- Oltramare. (1892). Plötzliche Exstirpation der Zahnpulpa mittels einer durch die Bohrmaschine in Rotation versetzten Nadel. *Dtsch Monatsschr Zahnheilk*, 32, 407-409.

- Özyürek, T., Uslu, G., Gündoğar, M., Yılmaz, K., Grande, N. M., & Plotino, G. (2018). Comparison of cyclic fatigue resistance and bending properties of two reciprocating nickel-titanium glide path files. *International endodontic journal*, 51(9), 1047-1052.
- Paleker, F., & van der Vyver, P. J. (2016). Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of K-files, ProGlider File, and G-Files: A Micro-Computed Tomography Study of Curved Root Canals. *J Endod*, 42(7), 1105-1109. doi:10.1016/j.joen.2016.04.005
- Patino, P. V., Biedma, B. M., Liebana, C. R., Cantatore, G., & Bahillo, J. G. (2005). The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod*, 31(2), 114-116.
- Plotino, G., Nagendrababu, V., Bukiet, F., Grande, N. M., Veettil, S. K., De-Deus, G., & Aly Ahmed, H. M. (2020). Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping—Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 46(6), 707-729. doi:https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.023
- Talebzadeh, B., Nezafati, S., Rahimi, S., Shahi, S., Lotfi, M., & Ghasemi, N. (2016). Comparison of manual and rotary instrumentation on postoperative pain in teeth with asymptomatic irreversible pulpitis: A randomized clinical trial. *Iranian endodontic journal*, 11(4), 273.
- Uslu, G., Ozyurek, T., & Inan, U. (2016). Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProGlider and One G Glide Path Files. *J Endod*, 42(10), 1555-1558. doi:10.1016/j.joen.2016.07.012
- Walia, H., Brantley, W. A., & Gerstein, H. (1988). An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *Journal of Endodontics*, 14(7), 346-351.
- Wan, J., Rasimick, B. J., Musikant, B. L., & Deutsch, A. S. (2011). A comparison of cyclic fatigue resistance in reciprocating and rotary nickel-titanium instruments. *Australian Endodontic Journal*, 37(3), 122-127.
- Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *International endodontic journal*, 41(4), 339-344.
- Yoo, Y. S., & Cho, Y. B. (2012). A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod*, 37(4), 220-227. doi:10.5395/rde.2012.37.4.220

Bölüm 16

TOLL BENZERİ RESEPTÖR AİLESİ VE DAMP ARASINDAKİ ETKİLEŞİM*

Celal GÜVEN¹

Salih Tunç KAYA²

Aykut PELİT³

Eylem TAŞKIN⁴

1 Doç.Dr. Celal GÜVEN Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik ABD, Orcid ID: 0000-0003-0499-7787

2 Arş.Gör.Dr. Salih Tunç KAYA, Düzce Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Orcid ID: 0000-0002-4133-407X

3 Doç.Dr. Aykut PELİT Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik ABD, Orcid ID: 0000-0003-3916-0207

4 Prof. Dr. Eylem TAŞKIN, Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji ABD, Orcid ID 0000-0001-8172-4980

* Çukurova Sağlık Bilimler Enstitüsü Biyofizik ABD 2021 tarihinde tamamlanan Doktora tezinin genel bilgilerinden faydalanılmıştır. Tez Danışmanı: Doç.Dr. Aykut PELİT

1. GİRİŞ

Hasarla ilişkili moleküler paternler (DAMP'ler), hasarlı veya ölmekte olan hücrelerden salınan ve patern tanıma reseptörleri (PRR'ler) ile etkilere girerek doğal bağışıklık sistemini aktive eden endojen tehlike molekülleri olarak tanımlanabilir. DAMP'ler, konağın savunmasına katkıda bulunsalar da, patolojik inflammatuar yanıtlara da dâhil olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, yüksek mobiliteli grup kutusu 1 (HMGB1), S100 proteinleri ve ısı şoku proteinleri (HSP'ler) gibi çeşitli DAMP'ler bulunabildiğini göstermektedir. Bunların miktarındaki artışların romatoid artrit, sistemik lupus eritematozus, osteoartrit, ateroskleroz, Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı ve kanser dahil olmak üzere inflammatuar hastalıkların gelişmesinde önemli bir role sahip olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (1).

İmmün sistemin bir parçası olan doğal bağışıklıkta yer alan ve kendinden olmayanı tanımada görev yapan reseptörler toll benzeri reseptörler (toll like receptors, TLR) ailesidir (2). Toll-like reseptörler (TLR'ler), bir patojenin erken immün tanınması için korunmuş moleküler paternleri algılayarak doğuştan gelen immün yanıtı başlatan bir patern tanıma reseptörü (PRR) sınıfıdır. Tipik TLR'ler, tip I transmembran proteinlerdir: bir lösin bakımından zengin tekrarlar (LRR'ler) motif, bir transmembran alanı ve bir sitoplazmik Toll/IL-1 reseptörü (TIR) alanı olmak üzere 3 yapısal alan içerir. LRR motif patojen tanımadan sorumludur, oysa TIR alanı sinyal transdüksiyon adaptörleri ile etkilere girer ve sinyalleşmeyi başlatır. İlk olarak Meyve sineği olan *Drosophila melanogaster*'da tanımlanmıştır. İlk tanımlandığı günden bugüne, insanda 10 TLR (TLR1–TLR10) ve farede 13 TLR tanımlanmıştır (TLR1–TLR13). Çoğu memeli türünün, istisnalar dışında benzer bir TLR homolog repertuarını paylaştığı görülmektedir (3). Bu bölümde TLR ve DAMP'lardan HMGB1 ısı şok proteini (HSP) hakkında son yıllardaki bazı bilgilerden derlenecektir. Özellikle HMGB1'in oksidatif posttranslasyonel modifikasyonlarından biri olan disülfid HMGB1 ile TLR arasındaki etkileşim irdelenmeye çalışılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

1. Reaktif Oksijen Türlerinin Oluşumu

Fizyolojik süreçler sırasında canlı hücreler, aerobik metabolizmanın bir sonucu olarak sürekli olarak düşük seviyelerde reaktif oksijen türleri (ROT) üretirler (4). Mitokondrinin işlevi, yüksek düzeyde oksijen tüketen kalp dokusu için çok önemlidir. (5). Patolojik koşullar altında da mitokondrilerde ROT oluşur (6). ROT oluşumu, özellikle mitokondriyal matrikste ve iç mitokondriyal membranda bulunan ve L şeklinde multimerik bir kompleks olan mitokondriyal kompleks I (K-I) ile ilişkilidir. İleri elektron transferi sırasında oksijene bu noktadan elektron aktarımı, süperoksit

oluşumuna yol açar. Oluşan süperoksit anyonu, mitokondriyal matrikste süperoksit dismutaz (SOD) enzimi tarafından hidrojen peroksit (H_2O_2) dönüştürülür. Mitokondriyal ROT, kompleks II'den K-I'ya yani ters elektron akışı tarafından da üretilir ve bu da süperoksit anyon üretimine katkıda bulunur (5). ROT'un yanı sıra hücreler, reaktif nitrojen türleri (RNT) üretir. ROT ve RNT'in hücre içi birikimi, radyasyon, inflamasyon, çevresel toksinler, sigara dumanı veya hava kirliliği gibi hem eksojen hem de endojen faktörlerle tetiklenebilir. ROT/RNT, tüm biyomoleküllere (proteinler, lipidler ve DNA) zarar verebilir ve nihayetinde çeşitli patolojilerin etiolojisinde yer alan hücre ölümüne yol açabilir (4).

Normal fizyolojik koşullarda az miktarda da oluşturulan süperoksit anyonu mitokondri elektron zincirindeki sızıntılar neticesinde üretilir. Fakat iskemi ve reperfüzyonun etkisiyle birçok mekanizma bu üretimin artmasına neden olur. Bu mekanizmalardan bazıları, sitokrom P450 aktivitesi, mitokondri elektron zinciri hasarı, ksantin dehidrojenazın ksantin oksidaza dönüşümü, NAD(P) oksidaz aktivitesi ve eşleşmemiş nitrik oksit sentaz aktivitesi sayılabilmektedir (7).

2. Antioksidan savunma

Büyük miktarlarda ROT/RNT oluşumundan kaynaklanan oksidatif/nitrozatif stres, miyokardiyal iskemi ve reperfüzyonda hücre ölümü için ana patofizyolojik mekanizma olarak öne sürülmektedir (4). Hatta peroksinitrit gibi oksidan bir maddeye maruz kalmanın miyokardiyal hasara neden olduğu ifade edilmektedir (4). Dolayısıyla oluşan bu ROT/RNT'in uzaklaştırılmasını sağlayan antioksidan savunmaya ihtiyaç vardır. Ne yazık ki kalp dokusunun antioksidan savunması zayıftır (8). Yağ asidi oksidasyonuna dayalı enerji üretimi nedeniyle kardiyak doku mitokondri açısından zengindir. Kardiyomiyositler tarafından kullanılan ATP'nin %90'ından fazlasını mitokondride üretilir. Kalp dokusunun, sınırlı antioksidan savunması nedeniyle oksidatif hasara karşı çok daha savunmasız olduğu belgelenmiştir. Bu nedenle, miyokardiyal iskemi ve reperfüzyon hasarının önde gelen nedenlerinden biri, oksidanlar ve antioksidan savunmalar arasındaki dengesizliktir (9).

Reaktif oksijen türleri, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPX), katalaz (KAT), tiyoredoksin redüktaz (TRX) ve glutatyon S-transferaz (GST) gibi endojen enzimatik olmayan antioksidanlar ve antioksidan enzimlerle uzaklaştırılabilir (5). Fakat sitozoldeki en önemli endojen antioksidanın kardiyak glutatyon (GSH) olduğu bilinmektedir (9). Antioksidanlar, hücre organellerinde hasar oluşmadan önce ROT ve RNT'i nötralize eder (4). H_2O_2 , mitokondride GPX veya peroksizomlarda KAT tarafından parçalanabilen, yaygın bulunan bir ROT'ur (5). Düşük moleküler ağırlıklı bir protein olan TRX, disülfid bağları içeren aktif böl-

gesi yoluyla ROT üretimini azaltır. Apoptoz sırasında artmış ROT/RNT seviyeleri bildirilmiştir (4). MIR sürecinde, sıçan kalbinde TRX ekspresyonunun azaldığı bildirilmektedir. Bir serbest radikal temizleyici olan SOD, süperoksit anyon radikallerinin H_2O_2 ve oksijene ayrılmasını katalize eder. GST, hücreler oksidatif strese maruz kaldığında makromoleküllerle korumak için glutatyon-substrat birleşimini katalize eder (5). Hücre dışı antioksidanların yokluğunda, peroksinitrit majör bir oksidandır (4).

3. HMGB1 ve Posttranslasyonel Değişimleri

HMGB1, asetilasyon, N-glikosilasyon, ADP-ribosilasyon, fosforilasyon ve metilasyon dâhil olmak üzere çeşitli posttranslasyonel değişime uğrayabilir (10). HMGB1, sırasıyla A kutusunda (28-44 aminoasit; Gly2-Ile79) ve B kutusunda (179-185 aminoasit; Phe89-Arg163) bulunan iki nükleolar lokalizasyon bölgesi (NLS) içerir ve bu bölgeler proteinin nükleusa translokasyonunu yönlendirir. A kutusunda 23. ve 45. pozisyonunda sistein bulunurken, B kutusunda 106. pozisyonda sistein bulunmaktadır (11, 12). HMGB1; yapısında Cys rezidüleri taşımasından dolayı redoks duyarlı bir proteindir (13) ve redoks durumuna bağlı olarak üç farklı HMGB1 formu tanımlanır: Tam indirgenmiş HMGB1 (fr-HMGB1), D-HMGB1 ve sülfonil HMGB1 (ok-HMGB1). fr-HMGB1’de tüm sisteinler redükte halde iken, D-HMGB1’de Cys23 ve Cys45 rezidüleri arasında bir disülfid bağı oluşacak şekilde kısmi oksidasyon vardır. Sülfonil HMGB1’de Cys106’ya da kapsayacak şekilde tüm sistein rezidülerinin yan zinciri sülfonil hale geçer. Nekroz sırasında çevreye salınan endojen HMGB1, başlangıçta tamamen indirgenmiş durumdadır. Hücre dışı sıvıdaki oksitleyici koşullar nedeniyle D-HMGB1 formuna dönüşür. Bu durum, herhangi bir işlevselliği bulunmayan sülfonil forma dönüşüme kadar devam eder. Bununla birlikte, fr-HMGB1 kemotaktik etkiye sahipken; DHMGB1, bağışıklık hücrelerindeki pro-inflamatuvar sitokinleri ve kemokinleri uyarır. Sülfonil-HMGB1, rejeneratif faz ile ilişkilidir ve inflamatuvar sürecin son aşamasında bulunabilir. Bu 3 tip HMGB1’den ayrı olarak, 3S olarak adlandırılan dikkate değer bir mutant HMGB1, sisteinlerin yerine, oksidasyona karşı direnci nedeniyle fr-HMGB1 eylemlerini taklit eden serinlere sahiptir, bu da DHMGB1’e dönüştürülmesine ve sülfonilasyon yoluyla deaktivasyonuna izin vermez [15]. Özellikle, üç sisteinin redoks durumu HMGB1’in hücre dışı aktivitelerini modüle eder. Azaltılmış sisteinler, HMGB1’i bir kemoatraktan yapar, oysa bir disülfür bağı onu proinflamatuvar bir sitokin yapar ve reaktif oksijen türleri tarafından sülfonatlarla daha fazla sistein oksidasyonu her iki aktiviteyi de ortadan kaldırır. Böylece, HMGB1’in post-translasyonel modifikasyonları, lokalizasyonunu asetilasyon ve/veya fosforilasyon yoluyla ve aktivitelerini (kemoatraktan veya proinflamatuvar sitokin) oksidasyon yoluyla modüle ederek kaderini belirler (11).

NLS1’de dört korunmuş lizin kalıntısı bulunurken NLS2’de beş tane

bulunur(11). Histon asetiltransferazlar ve histon deasetilazlar (HDAC'ler) arasındaki denge, HMGB1 asetilasyon durumunu belirler ve bu da hücre bölümleri arasındaki konumunu etkiler (10). HMGB1'in iki NLS bölgesi içindeki anahtar lizin kalıntılarının asetilasyonu, hücre içi iletimi için belirleyici bir düzenleyici mekanizmadır (14). NLS'lerdeki lizin kalıntılarının hiperasetilasyonu, çekirdekten sitoplazmaya HMGB1 translokasyonu (10) ve proteinin monositlerden ve makrofajlardan ve muhtemelen diğer hücre tiplerinden tarafından aktif salınması için çok önemlidir (11). Janus kinaz/sinyal dönüştürücünün ve transkripsiyon 1 (JAK / STAT1) yolunun aktivasyonu, HMGB1'in muhtemelen HDAC yoluyla asetilasyonunu destekler (10). Aslında, HMGB1'in çekirdekten sitoplazmaya geçişi, aynı zamanda iki NLS'deki serin/treonin fosforilasyonu ile da kontrol edilir (11). HMGB1'in NLS'leri içindeki serin kalıntılarının fosforilasyonu, aynı zamanda, protein kinaz C veya kalsiyum/kalmodüline bağımlı protein kinaz IV aracılığıyla, belirgin bir Ca^{+2} 'ya bağlı yoldan da çekirdekten sitoplazmaya translokasyonunu da kolaylaştırır (10). Çekirdekten sitoplazmaya geçişin bir başka düzenleyici mekanizması, HMGB1'in DNA bağlanma aktivitesini zayıflatan ve çekirdekten pasif difüzyonla sitoplazmaya yeniden lokalizasyonuna neden olan Lys42'nin monometilasyonudur. İlginç bir şekilde, Lys42 metilasyonu, nötrofillerde meydana geldiği, ancak lenfositlerde olmadığı için hücre tipine özgü bir değişim olabilir (11). Asetaminofen ile indüklenen hepatotoksitede, serumda, asetillenmiş HMGB1 düzeylerinin, klinik sonucu tahmin etmek için duyarlı ve spesifik bir biyobelirteç olduğu gösterilmiştir. Farelerde, karaciğerde I/R'yi takiben *in vivo* salınan HMGB1'in hiperasetile olduğu ve *in vitro* oksidatif strese maruz kalan hepatositlerin hiperasetillenmiş HMGB1 salgıladığı gösterilmiştir. Bu etkilerin, asetil gruplarını lizin kalıntılarından yeterince uzaklaştırmada başarısız olan histon deasetilaz aktivitesinin azalmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (15).

Çekirdeğin içinde bulunan HMGB1, asetillenmemiştir ve normal koşullarda tamamen indirgenmiştir. Normal koşullarda çok az olan sitozoldeki HMGB1 asetillenebilir veya tamamen indirgenemezken, nekrozdan sonra salınan HMGB1 asetillenmez, çoğunlukla indirgenir, ancak D-HMGB1'e hızla oksitlenir. Bağışıklık hücreleri tarafından aktif olarak salgılanan HMGB1 asetillenmiştir ve uyarılmış bağışıklık hücrelerinin süpernatantında hem fr- hem de D-izoformları bulunabilir. Proteinin tamamen fr-formunda salgılanıp daha sonra okside olup olmadığı veya D-formunda salgılanıp salgılanmadığı kesin olarak belirlenememiştir. Bu nedenle, HMGB1'deki post-translasyonel modifikasyonlar, HMGB1'in (kemoatraktan veya proinflamatuvar mediyatör) aktiviteleri ve salınım mekanizması (aktif veya pasif) hakkında anahtar bilgiler sağlar. Büyük olasılıkla, HMGB1'in post-translasyonel modifikasyonları, farklı reseptörlere bağ-

lanmasını düzenleyerek işlevini kontrol eder (11).

4. Disülfid-HMGB1

HMGB1'in kardiyomiyositler için hem koruyucu hem de patolojik süreçlerde farklı rollere sahip olduğuna dair kanıtlar mevcuttur (16, 17). Aslında bu belirsizliğin nedeni, HMGB1'in post-translasyonel modifikasyonundan sorumlu olan çevresel redoks koşullarına duyarlılığı ile ilişkilidir. Nekroz sırasında çevreye salınan endojen HMGB1, başlangıçta tamamen indirgenmiş durumdadır. Hücre dışı sıvıdaki oksitleyici koşullar nedeniyle D-HMGB1 formuna dönüşür (18). HMGB1'in tiyol peroksiredoksin-I ve -II aracılığıyla oksidatif stres koşulları altında 23. sisteini ve 45. sisteinler arasında oksitlenebilir (19). Bu durum, herhangi bir işlevselliği bulunmayan sülfonil forma dönüşüme kadar devam eder. Bununla birlikte, fr-HMGB1 kemotaktik etkiye sahipken; DHMGB1, bağışıklık hücrelerindeki pro-inflamatuvar sitokinleri ve kemokinleri uyarır. Sülfonil-HMGB1, rejeneratif faz ile ilişkilidir ve inflamatuvar sürecin son aşamasında bulunabilir (18).

HMGB1'in sitokin aktivitesi için Cys23 ve Cys45 arasında disülfid bağının oluşumu gereklidir. Cys23 ve Cys45'in de mutasyonların yapılması DHMGB1 oluşumunu engellediği ve bu mutasyonların oksidatif stres koşulları altında olsa dahi HMGB1 salınımını önlediği belirtilmektedir. Sitozolden hücre dışına salınımında Cys106'yı da gereklidir. Dahası 106. Pozisyonda bulunan sisteinin TLR4'e bağlanmada ve sitokin salınımında elzem olduğu vurgulanmaktadır (19). DHMGB1' formunun oluşumunun sitokin salınımında önemli olduğunu, indirgeyici bir ajan olan DTT kullanımının HMGB1'in sitokin aktivitesini tamamen önlemektedir. Benzer şekilde, Cys23 veya Cys45'in serin veya alanin ile değiştirilmesi de sitokin aktivitesini önemli ölçüde azaltır. Oluşan disülfid bağının HMGB1 molekülünün stabilitesini artırılmasına neden olur. Bu çalışmalar, spesifik post-translasyonel redoks mekanizmalarının HMGB1'in sitokin aktivitesini kontrol ettiğini ve HMGB1'deki üç sisteinin tümünün redoks durumlarının HMGB1'in bir sitokin gibi davranması için kritik olduğunu açıkça göstermektedir (14). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada HMGB1'lerin kaderini ROT miktarının belirlediği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmaya göre yüksek ROT, DHMGB1106. siteinlerinden dimerize eder. Oysa düşük ROT'da disülfid bağları oluşmaktadır (DHMGB1). Bu dimerizasyonun önemi ise DNA'a daha sıkı bağlanma özelliğine sahip olduğu ve oksidatif stres gibi yıkıcı etkilere karşı korunmasına aracılık ederek hücre sağ kalımının arttırdığı ifade edilmektedir (19).

DHMGB1 ile ilgili yapılan çalışmalar patolojik ve fizyolojik rollerinin anlaşılması açısından önemlidir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada depresyon ile modifiye HMGB1 arasında ilişki araştırılmıştır. Bu çalışma-

nın sonuçlarına göre depresyon modelinde HMGB1 proteinini miktarının arttığını belirtilmektedir. Hem fr-HMGB1'in hem de DHMGB1'in benzer depresif davranışa neden olduğunu bulunmuştur. Ayrıca, bu etki, RAGE için FPS-ZM1, CXCR4 için AMD3100 veya TLR4 için TAK-242 dahil olmak üzere kendi spesifik reseptör inhibitörleri ile tamamen ortadan kaldırılmıştır. Bu bulgular, hem fr-HMGB1 hem de ds-HMGB1'in farklı mekanizmalar yoluyla depresif benzeri davranışa neden olabileceğini şeklinde yorumlanmıştır. Fr-HMGB1, RAGE ve CXCR4 inhibitörlerinin bloke edici etkisinden dolayı kemoatraktan aktivitesi yoluyla depresif davranışı uyandırabilirken, DHMGB1 etkilerini TLR4 aracılı sitokin indükleyici aktivite yoluyla gösterdiği vurgulanmaktadır (20). Hücre ölümü ve hasarında hücre içi ve hücre dışı HMGB1'in redoks durumu dinamik bir süreçtir. Yapılan çalışmalar, normal koşullar altında hücre içi HMGB1'in ağırlıklı olarak tümüyle sisteini indirgenmiş (fr-HMGB1) bir form olduğunu, salgılanan HMGB1'in ise hem fr- hem de disülfid -formlarından oluştuğunu göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışmalar HMGB1'in redoks durumunun dinamik bir mikro ortamda modüle edildiğini düşündürmektedir (14).

5. Hücre Dışı HMGB1 Reseptörleri ve Etkileşimleri

5.1. RAGE

HMGB1, sinyalleşme kaskadı sırasında çeşitli membran reseptörlerini kullanır (10). Gelişmiş glikasyon son ürünleri (RAGE), HMGB1 için tanımlanan ilk reseptördür (11). RAGE için reseptöre bağlanma, HMGB1 proteinin 150–183 kalıntılarında meydana gelirken, toll benzeri reseptör 4 (TLR4) bağlanması, HMGB1'in B kutusu içindeki 89-108 kalıntıları arasında meydana gelir (10). Enfeksiyon, fizyolojik stres veya kronik inflamasyon bağlamında salınan gelişmiş glikasyon son ürünleri (AGE'ler) veya S100 proteinleri gibi endojen moleküllerin tanınmasında rol oynayan bir reseptördür. RAGE, immünoglobulin gen süper ailesine aittir ve üç hücre dışı immünoglobulin benzeri alan, bir transmembran sarmal ve kısa bir sitoplazmik kuyruktan oluşur. HMGB1-RAGE eksen, sepsisten kansere kadar birçok hastalığın yanı sıra diyabet ve nörolojik hastalıkların gelişimine katkıda bulunur. Aslında, HMGB1-RAGE yolağının inhibisyonu, HMGB1'in inflamatuvar aktivitesine müdahale etmek için umut verici bir yaklaşım olarak görünmektedir (11). Ayrıca, RAGE, toll benzeri reseptör (TLR) 2 ve TLR4 gibi bu inflamatuvar reseptörlerin antagonize edilmesi MIR hasarının hafifletilebileceğini bildirilmektedir (21).

5.2. Toll Benzeri Reseptörler

TLR'ler, insanlarda ve farelerde çok sayıda üyesi olan tip-1 transmembran süper ailesidir (22-24) (25). Yapısal olarak hücre dışı alanlardan, transmembran alanlardan ve sitoplazmik alanlardan oluşur. Hücre dışı alan, ligandı tanımaya katılır ve sitoplazmik alan, sinyal transdüksiyonu-

na katılmak için adaptör proteini MyD88'e bağlanır. TLR aracılı sinyaller, hücre proliferasyonunu ve proinflatuvar sitokin salgılanmasını uyara-bilir (25). Bunlar, immün sistemin aktive edip bağışıklık tepkisinde iyi belirlenmiş rollere sahip bir reseptör ailesidir. Bu aile, PRR olarak görev yapar ve evrimsel süreçte iyi korunmuştur (11) (26). Lössince zengin hücre dışı, transmembran ve hücre içi olmak üzere 3 domaine sahiptirler. TLR ailesi hücre içi ve dışı olmak üzere 2 gruba ayrılır. İnsanda 10, farede 13 adet TLR tanımlanmıştır (24). TLR1, TLR2, TLR3, TLR4, TLR5, TLR6 hücre yüzeyinde yer alıp, ligandın tanınmasında etkilidir. Diğer yandan, TLR3, TLR4, TLR7, TLR8 ve TLR9 endozomal, lizozomal ve endoplazmik retikulumun (ER) bir parçası olarak hücre içinde bulunur (24). İnsan kalp kası hücrelerinde TLR'lerin mRNA ifadeleri en çoktan en aza doğru sıralandığında TLR4> TLR2> TLR3>TLR5> TLR1> TLR6> TLR7> TLR8> TLR9> TLR10 şeklindedir. Fare kalbinde ise TLR'lerin mRNA ifadeleri TLR2, TLR3, TLR4, TLR5, TLR7 ve TLR9 şeklindedir. Yeni doğan sıçan kalp hücrelerinde TLR2, TLR3, TLR4 ve TLR6 mRNA ifadesi varken, TLR1 ve TLR5'in ifade edilmediği bildirilmektedir. H9c2 ve yetişkin sıçan kalbinden izole edilen kalp kası hücre hattında ise TLR1'den TLR9'a kadar mRNA ifadelerinin olduğu belirtilmektedir (23, 27) (Şekil 1).

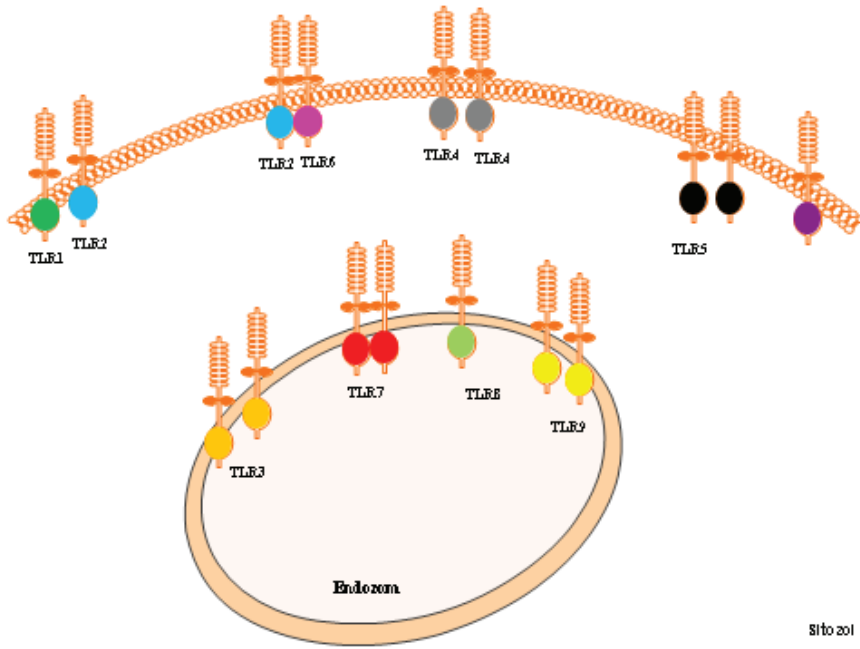
Türler arasında oldukça iyi korunmuş hücre içi domainine sahiptirler ve bu domainler Toll-IL-1 reseptörü (TIR) olarak adlandırılmıştır. TIR domaini, hücre içi sinyal yollarının aktivasyonunda rol alır. Her bir TLR, kendisine özgü TIR domainine sahiptir. MyD88, sitoplazmik TIR domaini içeren adaptör molekül ailesi üyesidir ve TLR3 hariç tüm TLR'ler için bir adaptör moleküldür. TLR aracılı sinyal yolağında kritik rol oynar. Dahası IL-1R ilişkili kinaz'lar (IRAK)-4, adaptör molekül olan MyD88 ile ilişkilidir. IRAK'ların IRAK1, IRAK2, IRAK4 ve IRAK6 olmak üzere farklı çeşitleri vardır. IRAK6 aktivitesinin IRAK1, 2 ve 4 tarafından düzenlendiği belirtilmektedir. Genetik olarak IRAK1, 2 ve 4'ün susturulduğu farelerden elde edilen sonuçlara göre IRAK4'ün TIR aracılı sinyal yolağında IRAK1 ve IRAK2'ye göre merkezi rol oynadığı düşünülmektedir. TRAF6'nın aktive edilmesi IRAK'lar tarafından kontrol edilir. TAK1 TRAF6 ve E3 ubiquitin ligaz ile yaptığı kompleks tarafından aktive edilir (23, 27). TAK1'in aktivasyonu MAPK'lardan olan ERK1/2, P38 ve JNK'nın ve MAPK'ların (23), IκB kinaz α ve β'nin (IKK kompleksi) aktivasyonu ile sonuçlanır (27). Stres koşulları altındaki kalp kası hücrelerinin HMGB1 salgıladıkları bildirilmektedir. Stres altındaki kalp kası hücrelerinde HMGB1 nükleustan sitoplazmaya geçer. Hücre dışı HMGB1, kalp kası üzerinde yer alan TLR4'ü aktive eder. Ayrıca TLR4'ün eksikliği HMGB1'in kalp kası üzerindeki etkilerinin azalmasına neden olmaktadır. Dahası dışarıdan uygulanan HMGB1 kalp kasının kasılabilirliğini

azaltmakta ve hipertrofiye yol açmaktadır (24). Proinfilamatuvar olarak HMGB1, adezyon moleküllerinin, sitokinlerin ve kemokinlerin miktarının artmasına ve MIR hasarının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu mediyatörlerden olan TNF- α ve IL-6 apoptoz başlatabilir. Bu mediyatörlerin salınımı, MIR hasarında TLR4, JNK, P38, ROT ve nötrofil birikimi aracılığıyla artırılabilir. TLR4 geni susturulmuş farelerde, TNF- α miktarının MIR hasarında anlamlı derecede azaldığı ve HMGB1/TLR4 aksının immün sistemin aktivasyonunda ve apoptozisin başlamasında önemli olduğu sonucuna varılmıştır (28) (Şekil 2).

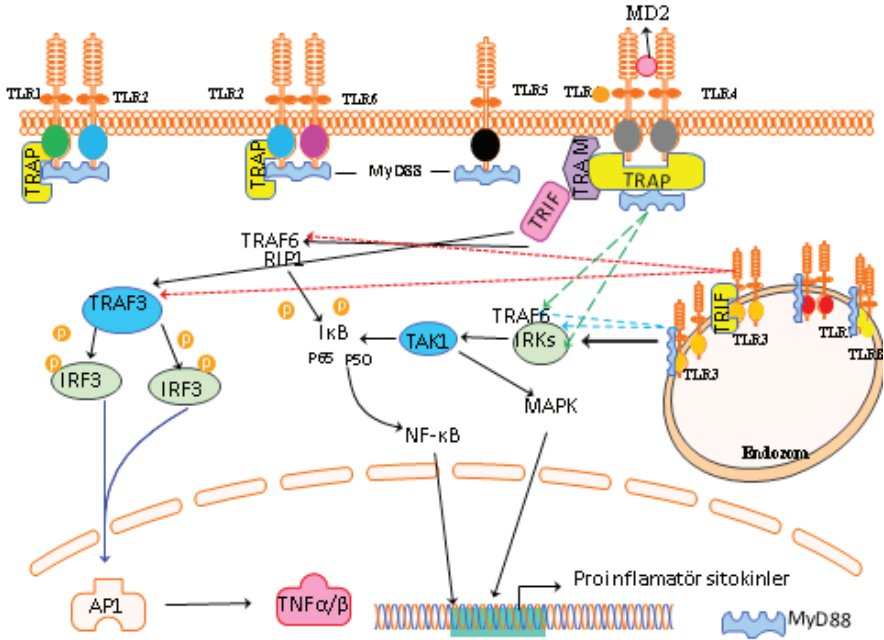
6. HMGB1'in Toll benzeri Reseptörleri

HMGB1'in TLR2, TLR4 ve TLR9 reseptörleri ile etkileştiği belirlenmiştir(11). Fakat TLR2 ve TLR4, makrofajların ve lenfositlerin inflamasyonunu indükleyen anahtar HMGB1 reseptörleri olarak kabul edilir (25). HMGB1-TLR2 etkileşiminin NF- κ B, STAT3 ve Smad3 sinyali üzerinden NK hücrelerini ve kanser kök hücrelerini (CSC) aktive ettiği belirtilmektedir. HMGB1'in TLR2 ile etkileşiminin doğrudan mı yoksa HSP70 ve HSP90 gibi endojen TLR2 ligandları ile kompleks oluşumu yoluyla mı olduğu tam olarak bilinmemektedir (11). Fakat, HMGB1'in doğrudan TLR2 ile etkileşime girerek NF- κ B'in artışına aracılık ettiğini gösteren çalışma bulunmaktadır (25). HMGB1 ayrıca TLR1, TLR2 ve TLR4 ligandları (LPS, Pam3CSK4 ve lipoteikoik asit) ile kompleksler oluşturabilir ve sitokin indüklemeye potansiyellerini artırabilir. Özellikle, tamamen indirgenmiş HMGB1, CXCR4 reseptörüne bağlanan CXCL12 ile bir kompleks oluşturur. HMGB1'in kemoatraktan aktivitesi bu yolağa bağlıdır ve HMGB1 sisteinlerinin oksidasyonu ile baskılanır. HMGB1'in MD-2/TLR4, CXCL12 veya haptoglobine bağlanması spesifik bir sistein redoks durumuna bağlıdır, ancak HMGB1'in özellikle RAGE gibi diğer partnerlerine ve reseptörlerine bağlanması için spesifik redoks durumuna bağlı olup olmadığı henüz tam olarak bilinmemektedir (11). HMGB1'in *in vivo* TLR4 ve RAGE'ye bağlı mekanizmalar yoluyla inflamatuvar faktör salınımını indüklediğini ve TLR2 ve TLR4'ün HMGB1 sinyal yolağında farklı roller oynadığını göstermektedir (25). Lipopolisakkarit ile indüklenen TLR4 aktivasyonunun, deneysel otoimmün miyokarditte (EAM) kardiyomiyosit apoptozuna yol açan yüksek ROT seviyeleri ile ilişkili olduğu bulunmuştur (18). HMGB1-TLR4 etkileşimi ayrıca, karaciğer ve akciğer hasarı, kanser ve epilepsi gibi çeşitli hastalıklarda tanımlanmıştır. Özellikle, hücre dışı TLR4 adaptörünün, miyeloid farklılaşma faktörü 2'nin (MD-2) doğrudan ve spesifik olarak D-formuna bağlandığı ve diğer izoformlara bağlanmadığı gösterilmiştir (11). TLR9 ile etkileşim, tamamen, kısa CpG oligodeoksinükleotidler (ODN) veya nükleozomlar gibi TLR9 ligandları ile komplekslerin oluşumu yoluyla gerçekleşebilir (11). Dahası, DHMGB1'in TLR2/TLR4 veya RAGE, TLR-9, farklılaşma

kümesi 24 (CD24)/Siglec-10, Mac-1, CD24/Siglec-G ve TIM-3, trombo-modulin veya tek transmembran alan proteinleri (örneğin, sindekanlar) gibi diğer reseptörler aracılığıyla sitokin/kemokin üretmek için bağışıklık hücrelerini aktive etme yeteneğine sahiptir (29) (11). Ayrıca haptoglobin, D-HMGB1 ile, tercihen CD163 (haptoglobin-hemoglobin komplekslerinin uzaklaştırılmasındaki rolü ile bilinen bir temizleyici reseptörü) ile etkileşime girerek bir kompleks oluşturur (11). Bu etkileşim grubu, bağışıklık tepkilerini azaltır ve HMGB1'in inflamatuvar aktivitelere karşı denge oluşturabilir (11). MIR'da RAGE sinyal yolağı, kontraktıl fonksiyonları azaltırken, miyokardiyal enerji metabolizmasını etkilediği bildirilir (21). TLR2 sinyal yolağı ise, MIR kaynaklı sol ventrikül disfonksiyonun gelişmesinde önemli rol oynar. TLR4 sinyalinin aracılık ettiği doğal bağışıklık yanıtlarının MIR da proinflamatuvar bir rol oynayabilir (21)



Şekil 1: Hücre zarı ve endozomda yer olan TLR'ler. Bu şekil Pandey ve Kumar'dan modifiye edilmiştir (30).



Şekil 2. TLR'nin hücre içi sinyal yollarıdır. Heidarzadeh ve ark.dan modifiye edilmiştir. (31).

TLR'ler, Toll-IL-1 reseptör (TIR) kompleksine bağlı hücre içi alanlara sahipken PAMP'leri tanıyabilen lösün tekrarlı dizilere (LRR) sahip hücre dışı alanlara sahip tip 1 integral membran glikoproteinleridir. Bağışıklık sistemi işlevi bağlamında, bu etkileşim doğuştan gelen bağışıklığın uyarılmasına neden olur. TLR aktivasyonu ile sitokinlerin ve kemokinlerin salındığı bildirilmiştir. Bugüne kadar, memeli türlerinde, farklı ligandların bu reseptörlerle etkileşimini kolaylaştıran spesifik fonksiyonlara sahip on tip TLR mevcuttur. Ligand-TLR etkileşimi, efektörlerde farklılık gösteren aşağı akış sinyal yollarını destekler. TLR-1, TLR-2, TLR-4, TLR-5, TLR-6 ve TLR-11, TLR-3, TLR-7, TLR-8 ve TLR-9 gibi diğer üyeler hücre organelleri endozomu, lizozomlar ve retiküler endotel aygıtında görülürken, hücre yüzeyi ve mikrobiyal bileşiklere bağlanır. Ek olarak, mikrobiyal nükleik asitler bu elementleri doğrudan tetikleyebilir. LPS, lenfosit antijeni 96 olarak da adlandırılan MD2 proteinine beş lipit zinciri ile MD2'nin hidroforik alanına bağlanırken LPS, TLR-4'e bağlanır. TLR-MD2-LPS kompleksinin oluşumundan sonra, aktive edilmiş B hücrelerinin (NF-κB) nükleer faktör kappa hafif zincir geliştiricisinin erken faz aktivasyonu, Toll-IL-1R alanı içeren adaptör protein ile TIR alanı tarafından teşvik edilir. (TIRP) adaptörleri ve MYD88. Ardından TLR-MD2-LP kompleksi hücre içine alınır, endozomlarda tutulur ve TIR alanı içeren adaptör indükleyici interferon-β (TRIF) ve TRIF ile ilgili adaptör molekülü (TRAM) iş birliğiyle

sinyal yolunu tetikler. Bu değişiklikler, NF- κ B'nin geç bir fazını ve interferon düzenleyici faktör 3 (IRF3) aktivasyonunu başlatır. NF- κ B'nin ekspresyonu, inflamatuvar sitokinlerin salınması için gereklidir. Genel olarak, NF- κ B'nin aktivasyonu, sitokinler (TNF-a, IL-1 ve IL-6) ve kemokinler (CC motif kemokin ligandı 2 (CCL-2)), CXC motif kemokin ligandı 8 gibi inflamatuvar genlerin ekspresyonuna yol açar. (CXCL-8), vb.) ve yardımcı uyarıcı moleküller (CD80, CD86) ve E-selektin. Benzer şekilde, IRF aktivasyonu, tip 1 IFN'lerin salgılanmasına yol açar. TLR-2, TLR-1 ve TLR-6 ile iş birliği içinde bir heterodimer oluşturabilir. TLR'ler, hücrelerden farklı ligandlarını tanımak için ikincil proteinlere ihtiyaç duyarken, hücre hasarını yansıtan endojen moleküllerinin oluşumuna katılır (Şekil 2). Genel olarak, farklı aktivitelere sahip çeşitli TLR reseptörlerinin varlığı, bu sinyal yolunun hücre gelişiminin çeşitli aşamalarında çoklu hücre aktivitelerinin ayrılmaz bir parçası olduğu gerçeğine ilham verir. Bu nedenle, çeşitli dokularda TLR rolünün keşfi, hedef hücrelerin olgunlaşması ve fonksiyonel davranışı için farklı yolları modüle etmemize olanak sağlayacak bir yol açabilir (31).

DAMP'lardan biri olan HMGB1 sisteinlerinin redoks durumu, proteinin işlevlerini etkiler. Örneğin, DHMGB1 insan makrofajlarından sitokin sekresyonunu başlatırken, fr-HMGB1 ise fibroblast ve lökosit göçünü teşvik eder (32). Dolayısıyla, HMGB1'e bağlı yanıtlarda, hangi posttranslasyonel değişikliğin olduğuna bağlı olarak dokunun kaderi değişebilir. İnsan kalp fibroblastlarının hem fr-HMGB1 hem de 3S'ye yanıt olarak göç ettiği, ancak DHMGB1 ile bu göçü gerçekleştirmediği belirlenmiştir. 3S, fr-HMGB1'den daha düşük bir derişimde insan kalp fibroblastlarının (iFb) göçünü uyarmakta daha etkilidir ve kemotaktik aktivitesi H_2O_2 varlığında da devam etmektedir. Bunun nedeni, fr-HMGB1'den farklı olarak 3S'nin, aşamalı olarak, yükseltgenmiş olan HMGB1 formlarına dönüştürülememesi ve çevresel redoks değişikliklerine karşı dirençli olmasından kaynaklı olabilir. Ayrıca, DHMGB1 dahil hiçbir HMGB1 formunun iFb'ların çoğalmasını veya pro-inflamatuvar faktör ekspresyonunu indüklemeye de tespit edilmiştir. Bu etkisizlik, fibroblastlarda TLR4'ün hücre membranında bulunmamasıyla ilişkilendirilmiştir. Çünkü birkaç in vitro ve in vivo veri, DHMGB1'in proinflamatuvar aktivitesinin TLR4 ile etkileşime bağlı olduğunu bildirmektedir (32). Yine başka bir çalışmada ise, karaciğer toksisitesi bulunan farelerin serumunda yüksek miktarda DHMGB1 bulunduğu ve DHMGB1 miktarının hastalığın şiddetiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir (14). Doku hasarına bağlı gelişen inflamasyonda TLR2 ve TLR4 önemli rol oynar (22). Her ne kadar literatürde hücre dışına salınan formu hakkında detaylı bilgi verilmemiş olsa da hücre dışına salınan HMGB1'in genel olarak RAGE, TLR2 ve TLR4 reseptörleri aracılığıyla etkisini gösterdiği belirtilmektedir (33). Dolayısıyla HMGB1

RAGE, TLR2, TLR4 ve TLR9'a bağlanarak sitokin veya kemokin olarak davranır (34).

7. İskemik Koşullarda HMGB1 ile Toll Benzeri Reseptörleri Arasındaki Etkileşim

Miyokardiyal iskemi reperfüzyon (MIR) boyunca, endojen HMGB1 nekrotik ve hasarlanmış hücrelerden salınır ve TLR2, TLR4 ve RAGE reseptörleri yoluyla hücre içi sinyal aktivasyonunu başlatır. TLR geni susturulmuş farelerde, sürekli koroner bağlama modelinden sonra sol ventrikülün yeniden modellenmesinde ve sol ventrikül işlevlerinde iyileşmenin daha az olduğu vurgulanmıştır. HMGB1'in kemotaktik hücre hareketleri üzerine ve proinflamatuvar sitokinlerin salınmasını içeren hücresel etkilerinde TLR2 ve TLR4 aracılık eder (35). TLR4, serebral I/R, karaciğer I/R ve MIR dahil olmak üzere çeşitli I/R modellerinde inflamasyon ve organ hasarında bir aracı olarak tanımlanmıştır. İskemi sırasında, S100B ve HMGB1 gibi bir dizi DAMP proteini hasarlı dokulardan salınır ve TLR4'ü uyarır. TLR4'ün aktivasyonu, daha sonra, IL-1, IL-6 ve TNF- α dahil olmak üzere proinflamatuvar sitokinlerin ekspresyonunu tetikleyen MyD88'e bağlı bir yol aracılığıyla NF- κ B'nin aktivitesini destekler ve daha fazla doku hasarına yol açar (36). TLR2'nin stres yanıtlarının başlatılmasında aracılık ettiği bildirilmiştir. (37). TLR-aracılı sinyal, immün/inflamasyon yanıtlarını düzenlediği ve başlattığı için, TLR'ler MIR hasarının patolojik süreçlerinde önemli rol oynar. TLR2 ve TLR4 kardiyak hasarlardan sorumlu tutulur. MIR hasarında TLR4'ün rolü ve hücre içi yolağı çok detaylı araştırılmış olmasına karşın, MIR hasarında TLR2'nin rolü hakkında detaylı bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Var olan birkaç çalışmada, TLR2'nin MIR kaynaklı sol ventrikül işlev kayıplarında rolünün olduğuna dair kanıtlar mevcuttur. TLR2'nin aktivasyonu MyD88 adaptör proteininin aktivasyonu ile sonuçlanır. MyD88 de IRAK'ı aktive eder ve bu şekilde NF- κ B nüklear translokasyona uğrar. NF- κ B de immün sistem yanıtı ve inflamasyon ile ilişkili genlerin transkripsiyonunu başlatır. MyD88, TLR2 için sinyal iletiminde kritik rol oynayan adaptör bir proteindir. MIR sıçan modelinde, MyD88'in dominant negatif-aşırı ekspresyonu ile apoptozisin ve infarkt alanı büyüklüğünün azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, MyD88 geni susturulmuş farelerde MIR hasarında nötrofil sayısının, sitokin salgılanmasının ve infarkt alanı büyüklüğünün azaldığı da belirtilmektedir (35). Dolayısıyla TLR2 reseptörü üzerinden HMGB1'in kalp kasındaki hasar ile ilişkisini hücre içi sinyal yollarıyla birlikte araştırmaya yönelik çalışmalar literatürdeki bu açığı kapatmaya yönelik önemli sonuçlar verebilir. Yapılan bu tez çalışması literatürdeki bu eksikliği kapatmaya aday bir çalışmadır. Çünkü çalışmamızda hem TLR2 hem de TLR4'ün protein ve sitozolik değişimlerine bakıldı.

İskemik renal tübül hücreleriyle yapılan araştırma sonuçlarına göre

gp96'nın (grp94 olarak da bilinir) TLR2 üzerinden ERK1/2'nin aktive edilmesinde rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Post-hipoksik böbrek tübüllerinde gp96 geninin susturulması TRAF2, apoptozis sinyal regüle eden kinaz fosforilenin (p-ASK1) ve p-JNK'nın artışı ve ayrıca ROT üretimini ve apoptozisi önler (38). Koimmünopresipitasyon yöntemiyle renal tübül epitellerinde, gp96 ile protein fosfataz-5 (PF5)'in proteinel bir ilişkisinin olduğu vurgulanmaktadır. Fakat ilginç olarak hipoksik koşullar altında gp96 ile PF5 arasında bu protein ilişkisinin bulunmadığı, TLR2 geni susturulmuş farelerde ise protein ilişkisinin devam ettiği belirlenmiştir. Tüm bu sonuçlara dayanarak gp96'nın asıl işlevsel birim olabileceği düşünülmektedir. TLR2, selektif olarak ERK1/2'yi kontrol eder, ayrıca MIR'da TLR2 ve TLR4'ün ASK1 ve JNK'nın fosforilasyonunu kontrol ettiği önerilmektedir. PF5, serin/treonin fosfataz ailesi üyesi olup, memelilerde neredeyse her hücrede ifade edilir. PF5, ASK1 JNK/P38 yolağının negatif düzenleyicisidir. ASK1-JNK/P38 yolağının, H₂O₂ stresi altındaki hücrelerde apoptozisi başlattığı gösterilmiştir. PF5, MEK-ERK yolağının inaktivatörü olarak da tanımlanmıştır. Yapılan bu tez çalışmasında MIR PF5'in protein ifadesini arttırırken, gp96'nın protein ifadesinde azalmaya neden oldu. DMIR grubunda gp96 (grp94) protein ifadesi daha da azalırken, PF5 miktarındaki artış daha da belirgindi. Yine önceki çalışmalarda bahsedildiği gibi gp96 ve PF5 protein ifadelerinde meydana gelen değişim p38, ERK1/2 ve JNK miktarında azalma, DMIR grubunda ise JNK' da ki azalmanın daha belirgin olduğu, ERK miktarında artış olduğu bulunmuştur.

MIR hasarı sonucu oluşan oksidatif stres MAPK'yi aktive eder. ASK1 ile JNK/P38 yolağının aktive edilmesi sitokin ve stres ile başlatılan apoptozis için anahtar rol oynar. ERK'nin aktivasyonunun oksidan hasarı takiben hücre sağkalımı veya ER kaynaklı hücre ölüm yolları ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir. gp96-PF5 birlikte bulunur; fakat bu birliktelik hipoksiden sonra bozulur ve gp96'dan ayrılan PF5 inaktive olur. PF5 hem ASK1-JNK/P38 yolağını hem de MEK-ERK yolağını inaktive eder (39). Anti-inflamatuar sitokin olan interlökin-33'ün HMGB1 salınımını inhibe ederek MIR da kardiyak apoptozu hafiflettiğini ve bu etkide P38 MAPK sinyal yolunun olası bir rol oynadığını öne sürülmektedir (40). TLR fonksiyonları çeşitli gen ve proteinler tarafından kontrol edilir. Bunlardan biri de grp94, gp96, endoplazmin ve ERp99 olarak da bilinir ve ısı şok proteini 90'ın (HSP90) bir endoplazmik retikulum (ER) paraloğudur. TLR1, TLR2 ve TLR4'ün katlanması ve dışa salgılanması için gp96'ya bağımlı olduğu belirtilmektedir (41). Bu bilgi bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. MIR grubunda gp96 protein ifadesi azalırken, sitozolik ve membrandaki TLR4 ve TLR2'in de protein miktarı azalır. DMIR grubunda ise gp96 miktarı MIR'a göre protein miktarındaki azalma daha

belirgindi. Bu değişim TLR2'in sitozolik ifadesi daha da azalırken, TLR4 miktarında iyileşme yaptı. TLR4 miktarında meydana gelen bu değişim DHMGB1 aracılığıyla olduğu düşünmekteyiz. Yine de TLR4 hakkında bir kanıya varılmadan önce bu yolların çok karmaşık olduğu akıldan çıkartılmamalıdır. Çünkü kardiyomiyositlerin, HMGB1 gibi DAMP'ler üretebildiği (29) ve HMGB1/TLR4 aksının MIR hasarının gelişmesinde önemli olduğu bildirilmektedir (28)

Deneyssel orta serebral arter tıkanıklığı uygulanan fare modelinde, vahşi tip farelerle karşılaştırıldığında, MyD88 geni susturulmuş farelerde inme lezyonlarının daha az olduğu bildirilmektedir. Aksine, orta serebral arter tıkanıklığı modelinde, MyD88 sinyalleşmesinin kesilmesinin infarktüs boyutunu azaltmadığı da gözlenmiştir. Bu durum, serebral iskemi sırasında TLR sinyalleşmesinde ek veya alternatif adaptörlerin olabileceğini düşündürmektedir (25). İskemik kardiyomiyositler, TLR2, TLR4 ve TLR9 için ligand görevi gören diğer DAMP'lardan olan HSP'ler (HSP60, HSP72, HSP70) ve HMGB1 salgılar. HSP60'ın, MIR sonrası kalp yetmezliği gelişimi ile güçlü bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. HSP60, TLR-4'e bağlanarak ve lökositleri aktive ederek apoptoza ve infarkt genişlemesine neden olur. Hücre dışı sıvıda bulunan HSP60, kardiyak miyositlere bağlar ve NF- κ B aktivasyonu yoluyla sitokrom c ve AIF'i (apoptoz indükleyici faktör) aktive eder. (18). Çalışmamızda bizde HSP90 ve HSP60'ın plazmadaki değerlerine bakıldı. MIR'ın HSP60 ve HSP90 miktarlarında bir değişim yapmazken, DHMGB1'in DMIR grubunda HSP90 arttırma eğiliminde olduğu bulundu. MI, kalp dokusunda HMGB1 ve ısı şoku proteini 60'ın (HSP60) büyük ölçüde salınmasına neden olduğu belirtilmektedir. HSP60'daki bu artışın P38 ve NF κ B'in azaltılmasıyla ilişkilendirilmiştir (42). HMGB1'in TLR2 ile etkileşiminin doğrudan mı yoksa HSP70 ve HSP90 gibi endojen TLR2 ligandları ile kompleks oluşumu yoluyla mı olduğu tam olarak bilinmemektedir (43).

Kaynakça

1. Roh JS, Sohn DH. Damage-Associated Molecular Patterns in Inflammatory Diseases. *Immune Netw.* 2018;18(4):e27.
2. Kundakci A, Pirat A. Toll Benzeri Reseptörler. *Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi.* 2012;10:63-73.
3. Nie L, Cai SY, Shao JZ, Chen J. Toll-Like Receptors, Associated Biological Roles, and Signaling Networks in Non-Mammals. *Front Immunol.* 2018;9:1523.
4. Janko C, Filipovic M, Munoz LE, Schorn C, Schett G, Ivanovic-Burmazovic I, et al. Redox modulation of HMGB1-related signaling. *Antioxid Redox Signal.* 2014;20(7):1075-85.
5. Wu Y, Liu H, Wang X. Cardioprotection of pharmacological post-conditioning on myocardial ischemia/reperfusion injury. *Life Sci.* 2021;264:118628.
6. Carpi A, Menabo R, Kaludercic N, Pelicci P, Di Lisa F, Giorgio M. The cardioprotective effects elicited by p66(Shc) ablation demonstrate the crucial role of mitochondrial ROS formation in ischemia/reperfusion injury. *Biochim Biophys Acta.* 2009;1787(7):774-80.
7. Raedschelders K, Ansley DM, Chen DD. The cellular and molecular origin of reactive oxygen species generation during myocardial ischemia and reperfusion. *Pharmacol Ther.* 2012;133(2):230-55.
8. Dursun N, Taskin E, Ozturk F. Protection against adriamycin-induced cardiomyopathy by carnosine in rats: role of endogenous antioxidants. *Biol Trace Elem Res.* 2011;143(1):412-24.
9. Taskin E, Tuncer KA, Guven C, Kaya ST, Dursun N. Inhibition of Angiotensin-II Production Increases Susceptibility to Acute Ischemia/Reperfusion Arrhythmia. *Med Sci Monit.* 2016;22:4587-95.
10. Xue J, Suarez JS, Minaai M, Li S, Gaudino G, Pass HI, et al. HMGB1 as a therapeutic target in disease. *J Cell Physiol.* 2021;236(5):3406-19.
11. Venereau E, De Leo F, Mezzapelle R, Careccia G, Musco G, Bianchi ME. HMGB1 as biomarker and drug target. *Pharmacol Res.* 2016;111:534-44.
12. Fassi EMA, Sgrignani J, D'Agostino G, Cecchinato V, Garofalo M, Grazioso G, et al. Oxidation State Dependent Conformational Changes of HMGB1 Regulate the Formation of the CXCL12/HMGB1 Heterocomplex. *Comput Struct Biotechnol J.* 2019;17:886-94.
13. Yang H, Wang H, Ju Z, Ragab AA, Lundback P, Long W, et al. MD-2 is required for disulfide HMGB1-dependent TLR4 signaling. *J Exp Med.* 2015;212(1):5-14.

14. Yang H, Antoine DJ, Andersson U, Tracey KJ. The many faces of HMGB1: molecular structure-functional activity in inflammation, apoptosis, and chemotaxis. *J Leukoc Biol.* 2013;93(6):865-73.
15. Yang H, Wang H, Andersson U. Targeting Inflammation Driven by HMGB1. *Front Immunol.* 2020;11:484.
16. Zhang DY, Zhang AX, Zhou YH, Wang LH, Yao HC. Protection of intra-venous HMGB1 on myocardial ischemia reperfusion injury. *Int J Cardiol.* 2015;184:280-2.
17. Kohno T, Anzai T, Naito K, Miyasho T, Okamoto M, Yokota H, et al. Role of high-mobility group box 1 protein in post-infarction healing process and left ventricular remodelling. *Cardiovasc Res.* 2009;81(3):565-73.
18. Vadivel S, Vincent P, Sekaran S, Visaga Ambi S, Muralidar S, Selvaraj V, et al. Inflammation in myocardial injury- Stem cells as potential immunomodulators for myocardial regeneration and restoration. *Life Sci.* 2020;250:117582.
19. Kwak MS, Rhee WJ, Lee YJ, Kim HS, Kim YH, Kwon MK, et al. Reactive oxygen species induce Cys106-mediated anti-parallel HMGB1 dimerization that protects against DNA damage. *Redox Biol.* 2021;40:101858.
20. Lian YJ, Gong H, Wu TY, Su WJ, Zhang Y, Yang YY, et al. Ds-HMGB1 and fr-HMGB induce depressive behavior through neuroinflammation in contrast to nonoxid-HMGB1. *Brain Behav Immun.* 2017;59:322-32.
21. Oozawa S, Mori S, Kanke T, Takahashi H, Liu K, Tomono Y, et al. Effects of HMGB1 on ischemia-reperfusion injury in the rat heart. *Circ J.* 2008;72(7):1178-84.
22. Kang R, Chen R, Zhang Q, Hou W, Wu S, Cao L, et al. HMGB1 in health and disease. *Mol Aspects Med.* 2014;40:1-116.
23. Yamamoto M, Takeda K. Current views of toll-like receptor signaling pathways. *Gastroenterol Res Pract.* 2010;2010:240365.
24. Lin L, Knowlton AA. Innate immunity and cardiomyocytes in ischemic heart disease. *Life sciences.* 2014;100(1):1-8.
25. Gou X, Ying J, Yue Y, Qiu X, Hu P, Qu Y, et al. The Roles of High Mobility Group Box 1 in Cerebral Ischemic Injury. 2020;14(446).
26. Kaczorowski DJ, Nakao A, Vallabhaneni R, Mollen KP, Sugimoto R, Kohmoto J, et al. Mechanisms of Toll-like receptor 4 (TLR4)-mediated inflammation after cold ischemia/reperfusion in the heart. *Transplantation.* 2009;87(10):1455-63.
27. Wang JQ, Jeelall YS, Ferguson LL, Horikawa K. Toll-Like Receptors and Cancer: MYD88 Mutation and Inflammation. *Front Immunol.* 2014;5:367.
28. Ding HS, Yang J, Chen P, Yang J, Bo SQ, Ding JW, et al. The HMGB1-TLR4 axis contributes to myocardial ischemia/reperfusion injury via regulation of cardiomyocyte apoptosis. *Gene.* 2013;527(1):389-93.

29. Lu H, Zhang Z, Barnie PA, Su Z. Dual faced HMGB1 plays multiple roles in cardiomyocyte senescence and cardiac inflammatory injury. *Cytokine Growth Factor Rev.* 2019;47:74-82.
30. Pandey RK, Yu FS, Kumar A. Targeting toll-like receptor signaling as a novel approach to prevent ocular infectious diseases. *Indian J Med Res.* 2013;138(5):609-19.
31. Heidarzadeh M, Roodbari F, Hassanpour M, Ahmadi M, Saberianpour S, Rahbarghazi R. Toll-like receptor bioactivity in endothelial progenitor cells. *Cell Tissue Res.* 2020;379(2):223-30.
32. Di Maggio S, Milano G, De Marchis F, D'Ambrosio A, Bertolotti M, Palacios BS, et al. Non-oxidizable HMGB1 induces cardiac fibroblasts migration via CXCR4 in a CXCL12-independent manner and worsens tissue remodeling after myocardial infarction. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis.* 2017;1863(11):2693-704.
33. Meyer A, Eberle N, Bullerdiek J, Nolte I, Simon D. High-mobility group B1 proteins in canine lymphoma: prognostic value of initial and sequential serum levels in treatment outcome following combination chemotherapy. *Vet Comp Oncol.* 2010;8(2):127-37.
34. Lu F, Zhang J, Ji M, Li P, Du Y, Wang H, et al. miR-181b increases drug sensitivity in acute myeloid leukemia via targeting HMGB1 and Mcl-1. *Int J Oncol.* 2014;45(1):383-92.
35. Kim YS, Kwon JS, Cho YK, Jeong MH, Cho JG, Park JC, et al. Curcumin reduces the cardiac ischemia-reperfusion injury: involvement of the toll-like receptor 2 in cardiomyocytes. *J Nutr Biochem.* 2012;23(11):1514-23.
36. Zhang JJ, Peng K, Zhang J, Meng XW, Ji FH. Dexmedetomidine preconditioning may attenuate myocardial ischemia/reperfusion injury by down-regulating the HMGB1-TLR4-MyD88-NF-small ka, CyrillicB signaling pathway. *PLoS One.* 2017;12(2):e0172006.
37. Sakata Y, Dong JW, Vallejo JG, Huang CH, Baker JS, Tracey KJ, et al. Toll-like receptor 2 modulates left ventricular function following ischemia-reperfusion injury. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007;292(1):H503-9.
38. Mkaddem SB, Bens M, Vandewalle A. Differential activation of Toll-like receptor-mediated apoptosis induced by hypoxia. *Oncotarget.* 2010;1(8):741-50.
39. Mkaddem SB, Werts C, Goujon JM, Bens M, Pedruzzi E, Ogier-Denis E, et al. Heat shock protein gp96 interacts with protein phosphatase 5 and controls toll-like receptor 2 (TLR2)-mediated activation of extracellular signal-regulated kinase (ERK) 1/2 in post-hypoxic kidney cells. *J Biol Chem.* 2009;284(18):12541-9.

40. Foglio E, Pellegrini L, Germani A, Russo MA, Limana F. HMGB1-mediated apoptosis and autophagy in ischemic heart diseases. *Vasc Biol.* 2019;1(1):H89-H96.
41. Yang Y, Liu B, Dai J, Srivastava PK, Zammit DJ, Lefrancois L, et al. Heat shock protein gp96 is a master chaperone for toll-like receptors and is important in the innate function of macrophages. *Immunity.* 2007;26(2):215-26.
42. Yang L, Wang B, Zhou Q, Wang Y, Liu X, Liu Z, et al. MicroRNA-21 prevents excessive inflammation and cardiac dysfunction after myocardial infarction through targeting KBTBD7. *Cell Death Dis.* 2018;9(7):769.
43. Wan Ab Naim WN, Mohamed Mokhtarudin MJ, Chan BT, Lim E, Ahmad Bakir A, Nik Mohamed NA. The study of myocardial ischemia-reperfusion treatment through computational modelling. *J Theor Biol.* 2021;509:110527.

Bölüm 17

KANATLI HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE REFAH

Can Metin YAZICI¹

Yahya ÖZTÜRK²

1 Arş. Gör. Can Metin YAZICI, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ABD, ORCID ID: 0000-0002-6771-0977

2 Doç. Dr. Yahya ÖZTÜRK Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni ABD, ORCID ID: 0000-0003-0376-0868

1. GİRİŞ

Modern ve sürdürülebilir bir yetiştiricilik adına refah konularının uygunluğunun sağlanması gereklidir. Gagalama, saldırganlık gibi aktivasyonlarla belirti veren ve bunun sonucu refah sorunları en başta yaralar, enfeksiyonlar, hava kesesi iltihabı ve kontakt dermatitis gibi sorunları sıralayabiliriz. Bunun yanı sıra hayvan refahının dikkate alınmaması sonucu ciddi ekonomik kayıplara da sebebiyet verebilir. Bu sorunların kaynakları içerisinde yüksek stok yoğunluğu, yönetim zafiyetleri, ıslak ve kalitesiz altlık yapısı ile devamında gelen sorunlar sayılabilir (Marchewka ve ark., 2020).

Hayvansal üretimde refahın korunmasına yönelik önceki yıllara oranla çok daha ön plana çıkmıştır. Hayvansal üretimde bir kalite unsuru olarak, refah önemli bir kriter niteliği kazanmıştır (Broom, 2010).

Kanatlı yetiştiriciliğinde üreticiler, hayvan refahı ile ekonomik kaygılar arasında sıkışmış durumda bulunmaktadırlar. Uygun yönetim, sağlıklı yetiştiricilik ve üreme performansını optimum düzeyde tutmak için gerekli uygulamalar refah yönünde çeşitli azalmalara neden olmaktadır (Mench, 2002).

Doğal şartlar altında kuluçka sonrası, yumurtadan çıkan civcivler anneleri tarafından beslenmeye teşvik edilmekte ve bu durum yavrunun doğasına uygun içgüsel bir tepki olarak cevap bulmaktadır. Ancak kuluçka modern kitlesel üretimli makineli kuluçka sistemlerinde anneden yoksun ve aynı zamanda besin erişiminin olmadığı bir durum söz konusudur. Kanatlılarda kuluçkadan çıkım sonrası yiyecek ve suya erişim sorunu kanatlıların, geçici olmakla birlikte gelişme döneminde gelişme yetersizliği ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olduğu düşünülmektedir. Kanatlılarda fizyolojik değerlendirmelerde organların yapı ve ağırlıkları baz alınmaktadır. Nakil gecikmeli kanatlılarda sindirim organlarının gelişiminin gecikmesi, organ ağırlıklarının düşük olması, stres seviyesinin artışı, immun yetersizlikler ortaya çıkmaktadır (Jong ve ark., 2017).

2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE HAYVAN HAKLARI

Hayvanların evciltilmesiyle hayvan ve insan birlikteliği sıkı bağlarla birleştirilmiş olup insanlar hayvanları ihtiyaçları doğrultusunda pek çok konuda yönlendirerek kullanmışlardır. Dinsel öğretiler sonucunda kimi bölgelerde hayvan ve insanların eşit olduğu savunulurken kimi bölgelerde de hayvanlar kimi bölgelerde detamamiyle insanların kullanımına sunulmuştur. Orta çağ döneminde Batı dünyasında hayvanlar çeşitli şekillerde eziyet görmüş İslam dünyasında ise dini öğretiler doğrultusunda hayvan sevgisi aşılanmaya çalışılmıştır. Aydınlanma dönemine bakıldığında ise hayvanların bir ruha ve acı duygusuna sahip olmadığı görüşü yaygınla-

şarak hayvanların her alanda rahatça kullanımına devam edilmiştir. Daha sonra 19. Yüzyıl dolaylarında Avrupa’da hayvan hakları konusu gündeme gelerek çeşitli dernek ve yasal düzenlemeler oluşturulmaya başlanmıştır (Armutak, 2020).

2.1. Türkiye’de Hayvan Hakları

Ülkemizde hayvan hakları Osmanlı imparatorluğu döneminde dini öğretiler doğrultusunda hayvan sevgisi ve merhameti şeklinde korunmaya çalışılmış, İmparatorluğun son dönemlerinde çeşitli sert uygulamalar görülse de ilerleyen dönemlerde 5199 sayılı hayvanların korunmasına ilişkin kanun ile önemli bir adım atılmıştır. Bahsi geçen kanun Çevre ve Orman bakanlığı öncülüğünde ve Avrupa Sözleşmesi doğrultusunda 2004 yılında yürürlüğe konularak hayvanların acı ve eziyet çekmelerini önleyerek iyi şekilde yaşamlarını devam ettirmeleri hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra yine aynı bakanlık tarafınca ilgili kanunun uygulanmasına yönelik yönetmelik yayınlanmıştır.

Ülkemizde hayvanları korumaya yönelik ilk dernek oluşumu 1912 yılında Hayvanları Koruma Cemiyeti adıyla görülmekte olup ilerleyen dönemlerde farklı isimle ile varlığını sürdürmüştür. Yine Cumhuriyet döneminde hayvanların korunmasına ilişkin Türk Ceza Kanun 521 ile 577. Maddelerinde hayvanlara kötü muamelelere karşı para cezaları ve hapis cezaları uygulamaları gündeme taşınmıştır. Bu düzenlemelerin yanı sıra ülkemizde 2011 yılında yürürlüğe girmiş olan Çiftlik Hayvanlarının Korunmasına İlişkin yönetmelik ile çiftlik hayvanlarının bakım, besleme, nakil, ve nakil konuları hayvanların anatomik ve fizyolojik yapılarına uygun bir şekilde sürdürülmesi hedeflenmiştir(Armutak, 2020).

2.2. Refah Kalitesi Protokolü

Nüfus artış hızının büyümesi ve buna bağlı gıda yetersizliklerinin meydana gelmesi hayvancılık faaliyetlerinde zorunlu bir ivmelenmeyi tetiklemekte ve buna bağlı olarak çiftlik üretim sistemlerinde yoğunluk meydana gelmektedir. Söz konusu durumda üretimi yapılan hayvanların durumlarının takibi zorlaşmakta ve refah kontrolü sağlanamamaktadır. Mevcut durumla ilgili 2004 yılında Avrupa Komisyonu tarafından 4 başlık ve 12 kriterden meydana gelen Refah Kalitesi Ölçüm Tasarısı meydana getirilmiştir. Barınma, sağlık durumu, beslenme ve davranış kalıplarının irdelendiği yöntem ile çiftlik veya mezbaha gibi tesislerde refah seviyeleri ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçüm metotlarının üretim kapasitesi yüksek işletmelerde işgücü açısından uygulanabilirliğinin zor ve değerlendirmede puanlamaların kişiden kişiye farklılık göstermesi durumu protokolün olumsuz yönleri arasında gösterilebilmektedir(Aydın, 2020).

Temelde kuluçka dönemi, yetiştirme dönemi, üretim dönemi (yumur-

ta-et) ve nakil dönemi(kesimhane) olmak üzere 4 dönemi ele alan protokol, kapsam bakımından yumurtacı tavuklarda üretim döneminin dışındaki dönemleri protokol dışı tutmaktadır.

	Yetiştirme	Üretim	Yaşam Sonu
Broiler			
Yumurtacı Tavuklar			

 Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği
protokolü Kapsamında



Protokol Kapsamında
Değil

Şekil. *WelfareQuality®* protokollerinde dikkate alınan yaşam kesitleri (*WelfareQuality*, 2009)

Protokolün ele aldığı temel konular olan iyi beslenme, iyi barınma, iyi sağlık, uygun davranış olmakla birlikte her başlık birkaç değerlendirme başlığı içermektedir.

- Hayvanlar uygun şekilde besleniyor ve su ile besleniyor mu?
- Hayvanlar düzgün bir şekilde barındırılıyor mu?
- Hayvanlar sağlıklı mı?
- Hayvanların davranışları optimize edilmiş duygusal durumları yansıtıyor mu?

3. TÜRKİYE'DE HAYVAN REFAHINA İLİŞKİN MEVZUAT

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan çiftlik hayvanlarının barınma, beslenme gibi temel ihtiyaçları ile türlerine ve yapılarına özgü davranışlarını ortaya koyabilmesi adına düzenlemeleri ve asgari koşulları belirlemek amaçlı 2011 yılında çiftlik hayvanları yönetmeliği yürürlüğe konulmuştur. Devamında 2014 yılında Çiftlik Hayvanlarının Refahına İlişkin Genel Hükümler Hakkında Yönetmelik'in yürürlüğe girmesiyle kaldırılmış ve aynı yıl içerisinde Yumurtacı Tavukların Korunması İle İlgili Asgari Standartlara İlişkin Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Mevcut yönetmeliklerin tümü ise 2010'da yürürlüğe girmiş olan 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu doğrultusunda hazırlanmışlardır. Yumurtacı tavuklar ile ilgili yönetmelik yumurtacı tavukların fizyolojik ve içgüdüsel ihtiyaçlarını giderebilmeleri amacıyla hazırlanmış olup kanatlı yetiştirme sistemlerinden olan alternatif sistemler, zenginleştirilmemiş sistemler, zenginleştirilmiş sistemleri hayvan refahı açısından değeren-

direrek belirli standartlar belirlenmiştir. Bunların yanı sıra aydınlatma, dezenfeksiyon ve aydınlatma gibi konularda da hükümlere yer verilmiştir. Ayrıca 2023 yılı itibarıyla zenginleştirilmemiş kafes sistemlerinin kullanımının durdurulacağı belirtilmektedir.

Hayvan nakillerinde yine asgari standartların belirlenmesi ile hayvan refahına uygun şekilde taşımının yapılmasını sağlamak amacıyla 24 Aralık 2011’de “Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliği” uygulamaya konulmuştur. İlgili yönetmelikte mevcut 47. Maddede ; “kümes hayvanlarının nakilleri sırasında gönençlerinin korunmasına yönelik olarak, kümes hayvanlarının yeterli miktarda uygun yem ve suya ulaşabilmesi şartıyla bindirme ve indirme süreleri hariç 12 saate kadar yolculuk yapmalarına izin verilmektedir” maddesi ile nakil sırasında kümes hayvanlarının refah koşullarının iyileştirilmesi hedeflenmiştir (İzmirli ve Yaşar, 2017).

3.1. Türkiye, Dünya ve Avrupa Birliğinin Hayvan Refahı Uygulamaları Açısından Kıyaslanması

Dünyada hayvan hakları kavramının ilk olarak 1911 yılında Avrupa Hayvan Hakları Kanununda yer almasına karşın ülkemizde anlamlı çalışmaların ancak 21. Yüzyıl dolaylarında yapıldığı görülmektedir. Mevcut çalışma ve uygulamaların refah odaklı yapılmasının yanı sıra ekonomik açıdan değerlendirmenin ve sürdürülebilirliğinin konu olduğu çalışmaların eksikliği ortaya çıkmaktadır.

Bir kavram ve disiplin olarak hayvan refahının 1964 yılında İngiliz Komitesi tarafınca oluşturulan Brambell raporunda yer aldığı ve 5 temel özgürlük prensibinin belirlendiği görülmektedir.

1. Hayvanlar gıda ve su kıtlığı çekmemelidir.
2. hayvanlar korku ve stresten uzak bir yaşam sürebilmeli ve rahat bir yaşam alanına sahip olmalıdırlar.
3. Hayvanlar ağrı, acı ve hastalık gibi olgulardan uzak tutulmalıdır.
4. Hayvanlar uygun ortam ve koşullarda kendi türleriyle temas içerisinde bulunmalıdır.
5. Hayvanlara korku ve stresten uzak bir yaşam alanı oluşturulmalıdır.

Avrupa	AB	Türkiye
1911- Hayvanları Koruma Kanunu	1974- Hayvanların Kesimine Yönelik Kanun	2004- Hayvanları Koruma Kanunu
1951- Hayvan Refahı Enstitüsünün Kurulması	1976- Çiftlik Hayvanlarının Korunması Kanunu	2004- Organik Tarım Kanunu

1957- Roma Antlaşması	1977- Hayvan Nakillerine İlişkin Kanun	2010- Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu
1964- Ruth Harrison: Hayvan Makineleri Brambell Raporu	1988- Yumurtacı Tavuklara Yönelik Kanun	2011- Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliği
1972- Hayvanları Koruma Kanunu	1991- Nakiller Sırasındaki Taşıma Süreleri ve Hayvan Yoğunluklarına İlişkin Yönetmelik	2014- Buzağuların Korunması ile İlgili Yönetmelik
1974- Hayvan Kesimi Yasası	1991- Buzağı ve Domuzlara İlişkin Kanun	
1978- Hayvan Hakları Evrensel Beyannamesi	1993- Hayvanların Kesim Sırasında Korunmasına Yönelik Kanun	
1996- Taşımada Hayvan Refahı	1998- Çiftlik Hayvanlarını Koruma Yasası	

Tablo. Avrupa ve Türkiye'nin hayvan hakları kronolojisi (Sert ve Uzmay 2013)

4. TAVUK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ÇEVRESEL KOŞULLARDAN ve UYGULAMALARDAN KAYNAKLANAN REFAH SORUNLARI

Broyler yetiştiriciliğinde önemli sorunlardan olan ani ölüm sendromu; hastalığın etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte beslenme ve çevresel faktörlerle ilişkili olabileceği üzerinde durulmaktadır. ani ölüm sendromu kaynaklı gerçekleşen tavuk ölümlemlerinde tavukların ağırlığı ile bir korelasyon görülmüştür. Ölen tavukların nekropsisinde tavukların sürü ortalamasından daha ağır oldukları farkedilmiştir. Tavukların ağırlığı ne kadar yüksek ise ani ölüm sendromu bağlı ölüm oranı da o oranda artmıştır (Gardiner ve ark., 1988).

Tavuk yetiştiriciliğinde önemli sorunlar arasında yer alan metabolizma bozukları ciddi kayıplara yol açmaktadır. Bu metabolik bozukluklar kendisini ani Ölüm Sendromu şeklinde ortaya çıkarmaktadır ve insiden-sine bakıldığında özellikle hızlı büyüyen tavuklarda görülmektedir. Ani ölüm sendromu kaynaklı ölümlerin etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte; ani ölüm sendromunun Yönetim faktörleri, Beslenme faktörleri, Diyet Kompozisyonu gibi konularla ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir (Siddiqui ve ark., 2009).

4.1. Yetiştirme Koşullarından Kaynaklanan Refah Sorunları

Korku unsuru tüm canlılarda olduğu gibi kanatlılarda da çevresel etmenlere karşı savunma içgüdüleriyle temellenen bir davranış kalıbı olup, canlıların çevreye adaptasyonu adına önemli bir duygudur. Ancak yetiştiricilikte korku duygusu adaptasyondan ziyade verim kaybıyla sonuçlandırıldığından, yetiştiricilikte istenmeyen bir durumdur. Verim kayıplarına neden olan korku ve stres unsurlarını azaltmak adını günümüz yetiştiricilik sistemlerinde çeşitli aydınlatma uygulamaları, yakalama alıştırmaları, rasyon düzenlemeleri ve katkıları ile çevresel zenginleştirme uygulamalarına başvurulmaktadır. Çevresel zenginleştirmelere örnek verilecek olursa yapılan araştırmada hareketli gümüş bilyelerden oluşan basit bir düzeneğin tavukların gagalama içgüdülerini tetikleyerek dikkatlerini çektiğini ve bilyeleri gagalamaları sonucu birbirlerini gagalama davranışlarının azaldığını ortaya koymuştur (Taşkın ve ark., 2015).

4.1.1. Işıklandırma

Işıklandırma; kanatlılarda hormonları etkileyerek büyüme, gelişme ve üreme faaliyetleri üzerinde ciddi etkilere sahip çevresel bir faktördür. Kanatlı yetiştiriciliğinde kullanılmakta olan aydınlatma sistemleri sayesinde ışıklandırmanın yoğunluğu, kullanılan aydınlatma rejimi ve aydınlatma şekli ile yetiştiricilikte büyüme, gelişme ve davranış gibi faktörler şekillendirilebilmektedir. Bu nedenle yetiştiriciler kanatlıları hızlı büyümeyi sağlamak adına uzun süreli aydınlatma programları uygulamaktadırlar (Laçın ve ark., 2016).

Aydınlatma canlılar için temel çevresel faktörlerden birini teşkil etmektedir. Kapalı sistem kanatlı yetiştiriciliğinde aydınlatma sistemleri yalnızca temel ihtiyaçların giderilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda fizyolojik tepkileri şekillendirme, davranış, büyüme ve üretim performansı gibi olgularında şekillendirilmesinde rol oynamaktadır. Günümüzde geleneksel akkor ve florasan ampullerin yerini artık yavaş yavaş led ampullerin almasıyla bu konu üzerindeki çalışmalar artmıştır. Farklı dalga boylarındaki ışıklar retina üzerinde çeşitli uyarıcı etkilere sahiptir ve büyümeyi etkileyen davranış değişikliklerine sebep olabilir. Çalışmalar mavi ve yeşil ışığın yumurtacı tavuklarda gelişimi arttırdığı ve yumurta kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratıp hayvanları sakinleştirdiğini göstermiştir. Aynı şekilde kırmızı ışığın cinsel organ gelişimini uyardığı, cinsel olgunluk yaşını etkilediğini ve dolayısıyla üreme performansını arttırdığını ortaya koymuştur. Bu ışık etkisi farklı dönemlerdeki tavuklara uygulanarak hayvanlar istenilen üretim şeklinde yönlendirilebilmektedir (Wei ve ark., 2020).

Broiler yetiştiriciliğinde kullanılan aydınlatma sistemlerinde sürekli aydınlık ya da sürekli aydınlığa yakın rejimlerin kullanımı kanatlılarda

diürinal sisteme olumsuz etkiyerek refahı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Işıklandırma yoğunluğunun kanatlılar üzerinde stres yaratma, saldırı ve yakanibalizm gibi güdülerini tetiklediğine dair görüşler bulunmaktadır (Siddiqui ve ark., 2009). Aralıklı aydınlatma yerine sürekli aydınlatma yapılması ise tavuklarda ani ölüm sendromu, asites ve iskelet bozukluklarına neden olduğu bildirilmektedir (Ononwu ve ark., 1979). Bu durum nedeniyle 2010 yılından itibaren Avrupa Komisyonu tarafından bir tebliğ yayınlanmış olup, üye ülkelerde en az 6 saatlik karanlık dönem uygulanmasına karar verilmiştir. Karanlığın bu denli önemli bir refah parametresi haline gelmesinin nedeni melatonin hormonunun çok büyük bir kısmının karanlıkta sentezleniyor olmasındandır. Melatonin hormonu canlılarda termoregülasyon ve gıda alımını düzenleyen yani metabolik saati şekillendirme fonksiyonu olan bir hormondur. Yapılan çalışmalarda kanatlı yetiştiriciliğinde karanlık süresinin artmasıyla lokomotor sistem hastalıkları, ani ölüm sendromu ve asites gibi sağlık sorunlarının azaldığı gözlemlenmiştir (Laçın ve ark., 2016).

Bunların yanı sıra yetiştiricilikte karanlık dönemin artırılmasıyla kanatlılarda hareketlerin azaldığı dolayısıyla enerji tüketiminde azalarak yemden yararlanma oranında artış olduğu ortaya çıkmıştır (Laçın ve ark., 2016). Kanatlılar düşük ışık yoğunluğu altında daha iyi verim performansı göstermediktedirler. Düşük ışık yoğunluğunda daha az aktiflik gösterirler ve bu da tüketim oranlarını artırmaktadır. Aralıklı ışıklandırma sistemiyle sürekli aydınlatma yapılmasının tavuklarda eşit miktarda büyüme sağlamış ve hatta aralıklı aydınlatma programında yem verim kabiliyeti daha üstün olmuştur. Işık yoğunluklarına bakıldığında ise 2–3 lüks yoğunluklu sürekli ışıktaki performans, 6–15 lüks yoğunlukta olduğu kadar iyiydi. İki denemede en iyi genel performans 2–3 lux ışık sürekli açıkken elde edildi (Dominey ve ark., 1977).

Aralıklı olmayan sürekli aydınlatma modellerinde beslenme oranının arttığı ancak vücut ağırlığının azaldığı gözlemlenmiştir. Aralıklı aydınlatma programında bunun aksine kilo alımının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Ingrami ve Hatten, 2000).

4.1.2. Yoğunluk

Son yıllarda kanatlı yetiştiriciliğinin endüstrileşmesi sonucu üreticiler tarafında üretim miktarının artırılması adına barınak sistemlerinde hayvan yoğunluğu arttırılarak üretim miktarında da artış sağlamayı hedeflemektedirler. Üretim endüstrisiyle hayvan refahı arasında olan rekabet daima bir tarafın aleyhine işleyecek şekilde sonuçlanmaktadır. Çalışmalar stok yoğunluğunun arttığı durumlarda yaralanmaların ve de özellikle ayak tabanı lezyonlarının arttığını göstermiştir (Ma ve ark., 2020).

Yumurta tavukçuluğu yetiştiriciliğinde kullanılan konvensiyonel ye-

tiştiricilik sistemi, hem ekonomi hem de verimlilik adına en uygun sistem olarak düşünülmektedir. Ancak günümüzde ekonomik verimliliğin yanı sıra hayvan refahı uygulamalarının da tartışılmaya başlamasıyla, çok sayıda tavuğun bir arada barındırıldığı drup kafesleri yada koloni kafesleri refah konusunda uygunsuz olduğu düşüncesiyle üreticileri alternatif yetiştiricilik sistemleri arayışına sürüklemeye başlamıştır. Konvensiyonel sistemlerde hareket etme sorunu, toz banyosu içgüdüstünü ortaya koyamama ve hareket yetersizliğine bağlı osteoporoz tablosu bu düşüncenin ivmelenmesine neden olmuştur. Alternatif sistemler içerisinde ise Free-Range denilen sistem günümüz üretiminde hem refah seviyelerini yukarı taşıyabilmesi hem de üretimde karlılığı sağlayabilmesi açısından tercih edilmeye başlanmıştır (Yenilmez ve Uruk, 2016).

Tavuk yetiştiriciliğinde bir diğer refah sorunu olan kafes/kümes yoğunluğu, tavuklar üzerinde bir stres faktörü olarak görülmektedir ve çeşitli iç organ, dolaşım sistemi fonksiyon sorunlarına- kardiakaritmi,-neden olabilmektedir (Siddiqui ve ark., 2009).

Stoklama yoğunluğunun düşmesiyle bacak kas ağırlığı arasında pozitif bir ilişki bulunduğu anlaşılmıştır. Muhtemelen daha fazla gezinme alanı ve yürüme imkanının vermiş olduğu bir artış olarak düşünülebilmektedir (Fawcett ve ark., 2020).

4.1.3. Besleme koşulları

Özellikle broyler yetiştiriciliğinde yoğun olarak kullanılmakta olan pelet yem formu, taşıma kolaylığı, sindirilme kabiliyetinin yüksek olması ve yem israfını minimuma indirmesi gibi nedenlerle yoğun olarak tercih edilmektedir ancak bu yem formunun hızlı büyümeyi indüklediği ve tavuklarda ani ölüm oranını artırdığı bildirilmiştir (Produfoot ve Hulan, 1982).

Yapılan çalışmalarda kanatlı rasyonlarına yapılan çeşitli vitamin ve mineral takviyelerinin ya da uygulanan standart vitamin protokollerinin oranının artırılmasının tavuklarda ölüm oranlarını azalttığı ancak yem maliyetlerini artırdığı belirlenmiştir. Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde vitamin ve mineral komplekslerinin verilmesi tavukların ölüm oranlarıyla kıyaslandığı daha az karlılığa sahiptir (Hulan ve ark. 1980).

Kanatlılarda bacak bozuklukları genellikle hızlı büyüyen ırklarda gözlenmektedir. Bacak kusurları yavaş büyüyen ırklarda genellikle görülmemekte ya da sorunlara yol açmamaktadır. Büyümeyi yavaşlatarak bacak problemlerinin bir nebze önüne geçilebileceği söylenebilir (Wal-denstedt, 2006).

Kanatlı yetiştiriciliğinde yem kısıtlaması uygulamaları yem tüketimi ve ağırlık artışı kontrolü sağlanması adını kullanılan yöntemlerdendir. Yem

kısıtlamasının refah adına olumlu yönleri de bulunmakta, yem kısıtlamasıyla sorunlar tamamen ortadan kalkmasa dahi büyümenin yavaşlaması sebebiyle daha az kemik ve eklem problemleri, ıslak altlık kaynaklı nekrozlarda azalma, daha düşük ölüm oranları ve hastalıklara direnç kabiliyetinde artışlar söz konusu olabilmektedir (Mench, 2002). Yem kısıtlaması, normal fizyolojisinde günün çoğunu yem aramakla geçiren kanatlılarda bir yönden de stres faktörü oluşturmaktadır. Yem kısıtlamalı kanatlılarda kısıtlama bulunmayanlara kıyasla daha yüksek saldırganlık seviyesi, gagalama davranışı ve hareketlilik gözlenmiştir. Bunun yanında altlık kalitesinin de korunması adına yapılan yem ve su kısıtlamaları uygulanabilmektedir. Yalnızca 24 saat dahi yapılan yem kısıtlamaları sonucu küme hayvanlarında kortikosteron seviyelerinde ciddi artışlar gözlemlenmiştir (Savory ve ark., 1992).

4.1.4. Isı ve Nem Stresi

Hayvan yetiştiriciliğinde göz ardı edilen konulardan biri olan barınak içi koşulların dengesi hayvan refahını doğrudan etkileyebilmektedir. Özellikle barınak içi ısı ve nem dengesinin ilgili canlının optimum ihtiyaçları doğrultusunda sağlanamaması hayvanları stres durumuna sokarak hem refah hem de ekonomik açıdan negatif bir sürece sokmaktadır. Hayvanlara optimum ısı ve nem dengesinin sağlanabilmesi için muhakkak barınağın kurulum aşamasında dikkat edilmeli, kurulum sonrası aşamada ise bu koşulları sağlamaya yardımcı ek yapı iklimlendirme elemanlarından destek alınmalıdır. Bu nedenle kurulacak olan işletmelerin henüz planlama aşamasında iken yetiştiriciliği yapılacak olan hayvanın fizyolojik ihtiyaçları göz önüne alınması sağlanmalıdır (Kocaman ve ark., 2007).

Kanatlı hayvanlarda önemli bir stres kaynağı olan ısı stresi uzun yıllardır süre gelen araştırma konusu olmuştur. Özellikle ter bezi yoksunluğu, tüylerle kaplı vücut yapısı ve hızlı bir metabolizma ısı stresini kanatlılar adına daha da önemli hale getirmektedir (Miao ve ark., 2020).

Isı stresinin yanında barınak içi önemli denge unsurlarından olan nem dengesi yetiştiriciliği yapılan hayvanların refahı adına önemli bir iklim parametresidir. Barınak içinde hayvanların solunumuyla ve sıvıların buharlaşmasıyla havaya taşınan nem, oluşumuna paralel olarak havalandırma yoluyla uzaklaştırılmalıdır. Barınak içi oluşan nemin uzaklaştırılamaması durumunda hem hayvan sağlığını tehdit edebilecek sağlık sorunlarına zemin hazırlanmaktayken, aynı zamanda barınak elemanlarının yüzeylerinde oluşacak çığ tanecikleriyle yapı elemanlarında oksitlenme ve zararlar meydana gelebilecektir (Kocaman ve ark., 2007).

4.1.5. Altlık Kalitesi

Kanatlı yetiştiriciliğinde altlık kalitesi hem refah hem de üretim performansı ve kalitesi adına güçlü sayılabilecek bir parametredir. Hayvanlar

ömrünün neredeyse tamamını bu materyal üzerinde geçirmekte ve bu durum altlık kalitesini güçlü bir refah unsuru haline getirmektedir (Avcılar ve ark., 2018). Altlık materyali çeşitlilik gösterebilir ve bu durum hem hayvan refahını hem de üreticilerin karını etkileyebilir düzeydedir. Altlık materyalenin kuru kalması hem refah hem de üretim adına büyük önem arz eder. Seçilen materyalin amonyak seviyesinde kontrol sağlıyor olması ve topaklanmadan kuru kalması materyal seçimindeki önemli bir kriterdir. Altlık yapısının bozulması veya topaklanması kanatlılarda diz, ayak tabanı ve göğüs nekrozlarına sebebiyet vererek hayvanları enfeksiyonlara açık hale getirir (Sahoo ve ark., 2017).

4.1.6. Gürültü

Günümüz üretim koşulları değerlendirildiğinde daha modern ve kompleks sistemlerin geliştirilerek daha yoğun nüfus ve sanayi tipi üretim odaklı koşullara ulaşıldığı görülebilmektedir. Artan üretim kapasiteleriyle birlikte kompleksleşen üretim koşulları beraberinde daha gürültülü çevre koşullarını ortaya çıkarmıştır. Gürültü unsurları hernekadar göz ardı edilse de hayvanlarda ciddi stres faktörleri arasında yer almakta, kortizon seviyelerinde artışa sebep olarak korkuya ve çeşitli davranış bozuklarına sebep olabilmektedir. Bu durum refah seviyelerinin yanında et ve yumurta verimliliği ve kalitesinde ciddi kayıplara neden olabilmektedir (Girgin ve Kılıç, 2020).

Kanatlılar sürekli çevreleriyle etkileşim halinde olan canlılardır. Herhangi bir tehdit algısı ile karşılaştıklarında stres faktörlerinin devreye girmesiyle adrenal bezden kortikosteron salınımı meydana gelmektedir. Bu mekanizma canlıların stres faktörleriyle başa çıkabilmelerini ve uyum sağlayabilmelerini sağlayan olağan bir sistemdir. Mevcut tehlike sırasında dolaşıma kortikotropin salgılatıcı hormon(CRH) salgılanır ve devamında hipofizin ön lobundan Adrenokortikotropik Hormon salgılanarak böbrek üstü bezine etkir ve kortikosteron salınımını meydana gelir. Tehlike faktörlerinin ortadan kalkmasıyla son bulan bu salınım bu faktörlerin tekrarıyla yeniden tetiklenir (Cockrem, 2007). Sürekli tekrar halinde olan tehlike unsurlarıyla tetiklenen bu mekanizma sonucunda verim düşüklerine sebebiyet vermektedir (Stadelman, 1958). Yaklaşık olarak 115dB seviyesinin üzerindeki sesler tavuklarda büyümeyi olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Stadelman, 1967).

Gürültü tanım olarak istenmeyen sesler bütünü olarak açıklanabilir. Bir tür çevresel kirlilik olarak açıklanabilecek gürültü hem sağlık hem de refah adına bir tehdit meydana getirmektedir (Goines ve Hagler, 2007).

Gürültü, yalnızca insanlar adına değil, tüm canlılar adına sorun teşkil eden bir stres faktörüdür. Bunun yanı sıra yumurtacı veya broyler tavuk üretiminde verimleri düşürmekte dolayısı ile refah sorununun yanında

ekonomik kayıplara da neden olmaktadır(Girgin ve Kılıç, 2020). Kanatlılar için çiftliklerde gürültü kaynağını havalandırmada kullanılan fanlar, temizlik çalışmaları, araç nakilleri sırasında meydana gelen gürültüler, hayvan besleme sistemlerinin çıkardığı sesler kümesin yerleşim yerlerine yakınlığı sonucu meydana gelen şehir sesleri sayılabilir (Paulson ve Van, 1999).

Broylerlerin 100 desibel ve üzeri değerlerde kortikosteron düzeylerinde ciddi artışlar olduğu hatta akut gürültü şiddeti 120 desibel değerlerine ulaştığında kortikosteron seviyesinin normal değerlerin yaklaşık 4 katı seviyelere ulaştığı gözlemlenmiştir. Cinsiyete dayalı parametreler incelendiğinde kortikosteron düzeyinde cinsiyetler arası önemli bir fark bulunamamıştır ancak kolesterol düzeyi erkeklerin dişilere oranla daha yüksek çıkmıştır. Erkek ve dişilerin gürültüye karşı reaktif korku düzeyleri incelendiğinde benzer düzeyde korku hissettikleri belirlenmiştir (Türkyılmaz ve ark., 2011).

4.2. Yetiştiricilik Uygulamalarından Kaynaklanan Sorunlar

Hayvan refahı kavramına yetiştiricilik uygulamaları açısından bakıldığında ise hayvanların çevreleriyle uyum içinde yaşadığı, genel bir iyilik hali ile fizyolojik olarak sağlıklılık durumunun sağlandığı koşullar olarak ifade edilebilir (Yener ve ark., 2013). Hayvanlarda refah seviyelerinin belirlenmesi adına sağlık durumu, ölüm oranları, verim düzeyleri ve çeşitli fizyolojik parametreler kullanılmaktadır. Yetiştiricilik uygulamaları ve çevresel sorunlardan kaynaklı sorunlarda ise ilgiliparametrelerin normal olmayan biçimlerde şekillendiği görülmektedir(Sözcü ve Yılmaz, 2014).

4.2.1. Gaga Kesimi

Tüy yolma, gagalama, kannibalizm gibi davranış bozuklukları yetiştiricilikte önemli sorunlardandır. Bu sorunların çözümüne yönelik olarak yapılan gaga kısaltma işlemleri hayvanlarda bir refah sorunu açığa çıkartmaktadır. Yetiştiriciler tarafından hayvanlarda oluşan zararların önlenmesinde gaga kesiminin refah arttırıcı bir unsur olarak görülmekle birlikte hayvan hakları aktivistleri tarafınca kesim sonrası oluşan acı ve ağrı nedeniyle bir sakatlık olarak tanımlanmaktadır. Bu refah sorunundan kurtulmak amaçlı bazı ülkelerde gaga kısaltma işleminden vazgeçilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda gaga kısaltma işlemi yapılmayan tavuklarda yapılanlara oranla tüy yolma ve kannibalizm davranışlarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Sepeur ve ark., 2015).

Gaga kesiminin alternatifi olarak yiyecek arama materyalinin(uzun sap-saman) zenginleştirilmesi düşünülebilir ancak bunun da gaga kesimi kadar etkili olmadığı ortaya çıkmaktadır(Sepeur ve ark., 2015).

4.2.2. Tavukların Mekanik veya Manuel Yakalanması ve Nakli

Tavukların nakli sırasında yakalanmaları yaralanmaları, hematom ve ölümlere sebep olmaları ve stres yaratmaları nedeniyle önemli bir stres faktörü anlamı taşımaktadır. Geçmişte yapılan sayısız çalışma kanatlılarda yaralanmaların büyük bir bölümünün taşıma işlemleri sırasında meydana geldiğini göstermektedir. Günümüzde stresin azaltılması adına inovatif mekanik sistemler geliştirilmeye çalışılmış ve yakalama işlemleri bu sistemlerle yürütülmeye başlanmıştır. Geleneksel yükleme işlemlerinde tavukların yakalanması ve yüklenmesi tek elde 3 veya 4 tavuğun baş aşağı bacaklarından tutularak araca yüklenmesi şeklinde yürütülmektedir. Hem taşıyıcı adına hem de tavuklar adına nahoş sayılabilecek bu yöntemin yerini günümüzde mekanik bantlı konveyör sistemler almaya başlamıştır. Şu an 2 ana tip toplayıcının kullanıldığı bu sistemlerde geleneksel toplama ile karşılaştırma amacıyla ApolloGeneration 2 sistemi incelenmiştir. Bu aracın önünde 6 adet birbirine paralel toplayıcı bant yer almaktadır diğer sistemin adı “ChickenCatHarvester” olarak adlandırılmaktadır. Kanatlıların mekanik yakalanmasıyla manuel yakalanmasını kıyaslayan çalışmalarda manuel yakalamada % 6,7 ila % 8,4 arasında değişen değerlerde daha fazla yaralanma tespit edilmiştir. Mekanik sistemlerin avantajları arasında insanla minimum temas ve daha az yaralanma ile daha az stres faktörü sayılabilmektedir (Monch ve ark.,2020).

4.2.3. Kesim Öncesi Stres

Kanatlı yetiştiriciliğinde kesim öncesi işlemler, tavukların kesim öncesi aç bırakılması ile kesim hattına girinceye kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu dönemde hem psikoloji hem de fizyolojik stres koşullarına maruz kalan hayvanlar refah sorunu yaşamakta ve bununla birlikte üretim kalitesinde de düşüşler meydana gelmektedir. Kesim öncesi dönem fiziksel stres faktörleri aç bırakılma, yakalama sırasında stres, taşıma aracına yerleşimde stres, nakil esnasında araç içi sıcaklık, titreşim ve harekete bağlı stres faktörleri örnek verilebilir. Psikolojik stres faktörlerini ise kanatlıları mevcut sosyal ortamından uzaklaştırılıp taşıma sırasında yabancı hayvanlarla bir araya gelmesi durumu oluşturabilir. Bu stres faktörleri, kesimde hayvanın biyokimyasal ve metabolik dengelerinde değişimler meydana getirerek et kalitesinde etkileyebilmektedir (Güney ve Toplu, 2017).

4.2.4. Kuluçka Dönemi ve Çıkım Sonrası İşlemlerden Kaynaklanan Refah Sorunları

Ticari yumurta üretimi gerçekleştiren işletmelerde kuluçkadan çıkım sonrası civcivler ciddi stres faktörlerine maruz kalmaktadırlar. Çıkım sonrası dönem ve yaşanan prosedürler(cinsiyet ayırma, aşılama, taşıma ve taşıma sırası yükleme gibi..) artan kortikosteron düzeyleriyle karşımıza çıkmaktadır (Hedlund ve Jensen, 2021).

Kuluçkahane civcivler hayatının ilk işlemlerine ve prosedürlerine maruz kalmaya başlamaktadırlar. Kuluçkadan çıkım sonrası yumurtalarından ayrılan civcivler kalite kontrol amacıyla konveyör bant üzerine alınmaktadır. Fotoelektrik banttan geçen civcivler ayrılarak ilgili sepetlerine düşmektedirler. Civcivler kullanım amaçları doğrultusunda cinsiyet belirleme, gaga kesimi, aşılama gibi prosedürlerin yer aldığı hatlardan geçerler. Bu işlemler süresince civcivler temel olarak üç belirleyici refah problemine maruz kalırlar bunlar; konveyör bandı hızı, düşme yüksekliği ve bir banttan diğerine geçiş sırasında yaşanan hız değişikliğine bağlı ivmelenme. Erken yaşta yaşanan travmatik yaralanma, öngörülebilirlik bozukluğu ve bilişsel sorunlara yol açabilecek bu stres faktörleri ileri yaşlarda gelişim davranış bozukluklarına neden olabilir(Giersberg, 2020).

4.2.5. Taşıma

Kanatlılar taşıma süreçlerinde pek çok stres faktörüne maruz kalmaktadırlar. Yakalama sonrası stresin devamında taşıma maliyetlerini düşürmek için yapılan sık yerleştirmeler ciddi refah sorunlarına neden olmaktadır. Sık yerleşimli kasalarda açlık, susuzluk, gürültü ve titreşim neden olan çevre koşulları refah seviyesinde düşüşe neden olmaktadır (Güney ve Toplu, 2017).

Hayvanların taşınması esnasında meydana gelen refah problemleri hem hayvan sağlığını olumsuz etkilemekte hem de et kalitesini düşürerek ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Taşıma esnasında hayvanların araca yüklenmesi, yükleme ve boşaltma rampalarının özellikleri, hayvan başına düşen alan, nakil yapan aracın teknik yapısı, yol ve iklim yapısı gibi pek çok koşul taşımada refah seviyesinde doğrudan ilişkili durumdadır. Nakiller esnasında en önemli hususlardan biri de nakil süresi olup, yükleme esnasında zaten stres altına girmiş bulunan hayvanların nakil süresinin uzamasıyla daha da olumsuz durumlar yaşaması mümkün olmaktadır. Nakil süresi uzadıkça hayvanların hastalıklara karşı duyarlılığı artmakta ve enerji kaybı ile yorgunluk bu duruma eşlik etmektedir. Bu nedenle nakil sürelerinin olabildiğince minimum seviyede tutulması gerekmekte, Avrupa birliği düzenlemelerinin yapısı incelendiğinde taşıma sürelerinin 8 saat ile sınırlandırılması, eğer daha uzun sürecekse ek tedbirlerin alınması gerekliliği şeklinde yaptırımların bulunduğu görülmektedir. Özellikle ülkemiz nüfus yapısı incelendiğinde deniz kıyılarında bir nüfus yoğunluğu olması üretim ve tüketim sahalarının mesafelerinin uzak olmasına dolayısıyla hayvan nakillerinin sürelerinin uzamasına neden olmaktadır(Yalçın, 2013):

Ülkemizde hayvan nakillerinde kullanılacak araçların yapısı ve yükleme ile boşaltma esnasında çeşitli düzenlemeler mevcuttur bunlar şöyle sıralanabilir;

-Araçlar hayvan nakillerini güvenle sağlayacak donanımda olmalıdır,

-Nakil gerçekleştirecek araçların üzerlerinde hayvan nakilinin yapıldığı belirten işaret ve işaretçiler bulundurulmalıdır,

-Araçlar nakil esnasında hayvanların uygun şekilde hava almasını sağlayacak aynı zamanda hayvanların araçtan atlmasına ve yaralanmasına müsaade etmeyecek şekilde düzenlenmelidirler,

-Araçlarda yükleme ve boşaltma sonrasında gerekli temizlik ve dezenfeksiyon sağlanmalıdır,

-Nakil esnasında hayvan yoğunluğuna dikkat edilmeli ve kapasite üstü hayvan taşınması yapılmamalıdır,

-Fizyolojik durumu nakile uygun olmayan hayvanların nakilleri yapılmamalıdır,

-Nakil sürelerinin 8 saati aşması durumunda hayvanlara gerekli besin ve su teminin sağlanması husunda gerekli önlemler alınmalıdır.

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda hayvan refahı uygulamalarının önem kazanmasıyla bu kapsamda pek çok düzenlemeye gidilmeye başlanmış ve ilerleyen dönemlerde bu düzenlemelerin türler bazında daha da detaylandırılarak oluşturulması öngörülmektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2010).

Ticari bir kuluçkahanede inkubasyon periyodu ve ardından yapılan aşılama, cinsiyet belirleme ve taramalar sonrası çıkan civcivler yetiştirilecekleri işletmelere de doğru yola çıkarılmaktadır. Nakil esnasında mesafeye bağlı olarak değişmekle birlikte 72 saate kadar varan açlık ve susuzluk problemi, dolayısıyla bir refah sorunu ortaya çıkmaktadır (Jong, 2017).

Normal şartlar altında kuluçka sonrası yumurtadan çıkan tavuklar anneleri tarafından beslenmeye teşvik edilmekte ve bu durum yavrunun doğasına uygun içgüsel bir tepki olarak cevap bulmaktadır. Ancak kuluçka sistemlerinde anneden yoksun ve aynı zamanda besin erişiminin olmadığı bir durum söz konusudur. Kanatlılarda kuluçkadan çıkım sonrası yiyecek ve suya erişim sorunu kanatlıların, geçici olmakla birlikte gelişme döneminde gelişme yetersizliği ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olduğu düşünülmektedir. Kanatlılarda fizyolojik değerlendirmelerde organların yapı ve ağırlıkları baz alınmaktadır. Nakil gecikmeli kanatlılarda sindirim organlarının gelişiminin gecikmesi, organ ağırlıklarının düşük olması, stres seviyesinin artışı, immün yetersizlikler ortaya çıkmaktadır (Jong, 2017).

Hayvan nakilleri sırasında yaşanan gürültü, sarsıntı, hava kirliliği, ivmelenme, sıcaklık, alan kısıtlamaları gibi stres faktörleri hayvan refahı

sorunu teşkil etmektedir (Yerpes, 2021).

Kuluçkadan çıkım sonrası besin ve su yetersizliğine maruz kalan civcivlerde mortalite oranında artış ve bunun yanında ağırlık kaybı gözlenmektedir. Mevcut ağırlık kaybı yetiştirme kondüsyonunu da etkilememektedir. Bu kondüsyon farklılıklarına yalnızca besin ve su yetersizliği değil aynı zamanda ısı ve nem oranları da etkilenebilir. Bu nedenle araç içi yoğunluk, ısı ve nem değerlerinin stabil tutulup nakil bölümü içerisi homojenizasyonun sağlanması ciddi önem taşır. Bunlara ek olarak araç içi koşul değişkenlerinin önlenmesi ve standardizasyonun sağlanması gerektiği araç içi civciv ölümlerinin farklı bölüm ve yoğunluklardan olmasından anlaşılmaktadır (Yerpes, 2021).

Taşıma esnasında meydana gelen olumsuz koşullar hayvanlarda stres seviyesinin artmasına ve aynı zamanda ürün kalitesinin de düşmesine neden olmaktadır. Araç içi havalandırma koşulları, aracın kullanımı ile yol durumu, hayvanların besin ve suya ulaşabilirliği stresin değerlendirilmesinde önemli kriterlerdir (Yıbar ve Çetin, 2013).

5. REFAH SORUNLARININ ÇÖZÜMÜNE ÖNERİLER

Yem kısıtlamasının kanatlılarda büyüme hızının yavaşlamasına bağlı dolaylı bir refah artışına sebep olduğu söylenebilir. Ancak kısıtlamaya bağlı ortaya çıkan stres faktörleri diğer yandan bir refah sorunu ortaya çıkarmaktadır. Yem kısıtlamasının konvensiyonel sistemler yerine kullanılabilecek yöntemler ile bu stres faktörlerinin azaltılabileceği öngörülebilmektedir. Konvensiyonel kısıtlamaya alternatif olarak kullanılabilecek bu yöntemlerden biri kendi kendine gönüllü kısıtlama sağlanmasıdır. Bu yöntemde yem içerisinde çeşitli anoreksik ajanlar katılmasıyla yem tüketiminde gönüllü bir azalma sağlanabilir (Oyawoye ve Krueger, 1990). Bir diğer yöntem ise yemdeki besin değerlerinin ve lezzet faktörlerinin azaltılmasına bağlı olarak vücut ağırlıkları ve büyüme hızları kontrol altında tutulabilir. Yem içeriğindeki değişimlerin kullanıldığı bu yöntemin nicel kısıtlamaya oranla daha az etkili olduğu söylenebilir (Pinchasov ve ark., 1993).

Günümüz dünyasında hayvansal üretim sistemleri geliştikçe; refah konusu üretim materyallerinin önemli bir kalite unsuru haline gelmiştir. Bu bağlamda; üretimde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için ve kalitenin bir parçası olarak refah unsurunun üzerindeki olumsuzlukların giderilmesi yönünde artan bir talep beklenmektedir. Bu noktada bazı önerilerde bulunmak mümkün olmaktadır (Broom, 2010).

-Üretimde verimliliği arttırmak adına hayvansal yemler üretmek yerine bitkisel yem üretim sistemleri geliştirilmelidir.

-Genetik seçim ve ıslah metotları hayvanları hastalıklara daha hassas hale getirmeyecek şekilde dikkatli kullanılmalıdır.

-Veteriner Hekimlik derecesinin kazanılmasında hayvan refahı öğretimi önemli bir noktaya taşınmalıdır.

-Hayvan refahı konusunda tarafsız incelemeler ve çalışmalar yapabilecek bağımsız bilim kurulları oluşturulmalı ve bu kurullarda Veteriner Hekimler aktif şekilde rol almalıdır.

Çevresel zenginleştirme, hayvan barınaklarının düzenlenmesi ve hayvanların yaşam standartlarının optimum düzeye yükseltilmesi, türe özgü davranışları teşvik edici nitelikte olması için yapılan eklemeler olarak tanımlanabilir. Tavuklar adına yüksek dinlenme alanları, tünekler, kutular, platformlar gibi yapılar ile bu zenginleştirme sağlanabilmektedir. Bu tür yapıların kullanılması kasların ve iskelet yapısının gelişimi, kardiyovasküler sorunların azaltılması adına refah artırıcı eklemeler olarak kabul edilebilmektedir. Bu zenginleştirmenin uygulandığı sistemlerde yaralanmaları, ayak problemlerinin azaldığı ve bunlara bağlı kesimde reddedilme oranlarının düştüğü gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak zenginleştirme uygulaması sonucunda mortalite oranlarında da azalmalar olduğu ortaya çıkmaktadır(Bensassi, 2019).

6. SONUÇ

Gelişen teknolojilerle hayvanların refah seviyeleri her ne kadar kontrol edilmeye çalışılsa da, yapılan araştırmalar bu sistemlerin daha çok iş gücünü azaltma odaklı geliştiğini göstermektedir. Bu bağlamda hayvanlarda refah seviyelerinin artırılması yalnızca teknolojik sistemler ile değil, aynı zamanda üreticilerin ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi vasıtasıyla gerçekleştirilmelidir.

Günümüz koşullarında tüketicilerin yalnızca ekonomik gıdaya ulaşma amaçlı olmaması, aynı zamanda gıdaların üretim şeklini sorgulaması artık hayvanlarda refah konusunun bizzat bir üretim şekli olmasına neden olmuştur.

Özellikle kanatlı üretim sistemleri değerlendirildiğinde gelecek dönemlerde hayvan refahına daha uygun ve standartların daha yüksek olduğu üretim seviyelerine geçilmesi kaçınılmaz olacaktır.

KAYNAKÇA

- Altınçekiç ŞÖ, Koyuncu M (2010).**Nakil Koşullarının Hayvan Refahı Üzerine Etkileri. *Hayvansal Üretim*,**51(1)**: 48-56
- Armutak A (2020).**İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Mevzuat Etik ve Hayvan Hakları, İstanbul
- Avçılar O, Kocakaya A, Onbasilar EE, Pirpanahi M (2018).**Influence of sepiolite addition to different litter materials on performance and some welfare parameters of broilers and litter characteristics, *Poultry Science*, **97**, 3085–3091
- Aydın A (2020).**Etlik Piliç Refahının Tespitinde Yeni Nesil Teknolojik Sistemlerin Önemi. *ÇOMÜ LJAR*, **1(2)**:47-60
- Broom DM (2010).**Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education*, **37**, 83-88. DOI: 10.3138/jvme.37.1.83
- Cockrem JF (2007).**Stress, corticosterone responses and avian personalities. *J Ornithol*, **148(2)**: 169-178
- Dorminey RW, Nakaue HS (1977).**Intermittent light and light intensity effects on broilers in lightproof pens. *Poultry Sci.* **56**, 1868-1875
- Fawcett DL, Casey-Trott TM, Jensen L, Caston LJ, Widowski TM (2020).**Strain differences and effects of different stocking densities during rearing on the musculoskeletal development of pullets. *Poultry Science*, **99**:4153–4161
- Gardiner EE, Hunt, JR, Newberry RC, Hall JW (1988).**Relationships between age, body weight, and season of the year and the incidence of sudden death syndrome in male broiler chickens. *Poultry Science*, **67**, 1243-1249
- Girgin Ç, Kılıç İ (2020).**Kümeslerde Gürültü Kirliliği ve Etkileri. *Uluslararası Biyosistem Müh Der*, **1(1)**:47-54
- Giersberg MF, Molenaar R, Pieters R, Boyer W, Rodenburg B (2020).**Effects of drop height, conveyor belt speed, and acceleration. *Poultry Science* **99**:6293–6299
- Goines L, Hagler L (2007).**Noise pollution: a modern plague. *South Med J.* **100**:3
- Güney N, Toplu H (2017).**Etlik Piliçlerde Kesim Öncesi Yönetimin Stres ve Et Kalitesi Üzerine Etkileri. *Animal Health Prod and Hyg*, **6(2)**: 537-546
- Hedlund L, Jensen P (2021).**Incubation and hatching conditions of laying hen chicks explain a large part of the stress effects from commercial large-scale hatcheries. *Poultry Science*, **100**:1–8
- Hulan HW, Proudfoot FG, McRae KB (1980).**Effect of vitamins on the incidence of mortality and acute death syndrome ('flip-over') in broiler chickens. *Poultry Sci.* **59**:927-931

- Ingram DR, Hatten LF, McPherson BN (2000).** Effects of Light Restriction on Broiler Performance and Specific Body Structure Measurements. *Journal of Applied Poultry Research* Volume **9(4)**: 501-504
- İzmirli S, Yaşar A (2017).** Yumurtacı Tavuk Gönenci (Refah) ve Avrupa Birliği Sürecinde İlgili Mevzuatın Karşılaştırılması. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi* **6(2)**:9-14
- Jong C, Riel J, Bracke M, Brand H (2017).** A ‘meta-analysis’ of effects of post-hatch food and water deprivation on development, performance and welfare of chickens. *PLOS ONE*, **12(12)**: e0189350.
- Kocaman i, Konukcu F, İstanbulluoğlu A (2007).** Hayvan Barınaklarında Isı ve Nem Dengesi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, **10(1)**, 2007
- Laçın E, Çoban Ö, Sabuncuoğlu N (2016).** Sürekli ve Sabit Işıklandırma Programlarının Broylerlerde Organ Gelişimi Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, **11(1)**: 60-66
- Ma H, Xu B, Li W, Wei F, Kim WK, Chen C, Sun Q, Fu C, Wang G, Li S (2020).** Effects of alpha-lipoic acid on the behavior, serum indicators, and bone quality of broilers under stocking density stress. *Poultry Science*, **99**:4653–4661
- Marchewka J, Vasdal G, Moe OR (2020b).** Associations between on-farm welfare measures and slaughterhouse data in commercial flocks of turkey hens (Meleagris gallopavo). *Poultry Science*, **99**, 4123–4131
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.036>
- Mench JA (2002).** Broiler breeders: feed restriction and welfare. *World's Poultry Science Journal*, **58(1)**:23-29
- Monch J, Rauch E, Hartmannsgruber S, Erhard M, Wolff I (2020).** The welfare impacts of mechanical and manual broiler catching and of circumstances at loading under field conditions. *Poultry Science*, **99**:5233-5251
- Miao Q, Si X, Xie Y, Chen L, Liu Z, Liu L, Tang X, Zhang H (2020).** Effects of acute heat stress at different ambient temperature on hepatic redox status in broilers. *Poultry Science*, **99**, 4113–4122
- Ononwu J C, Thomson RG; Carison H, Julian R (1979b).** Studies on the effect of lighting on SDS in broiler chickens. *Can. Vet. J.* **20**, 74-77
- Oyawoye EO, Krueger WF (1990).** Potential of chemical regulation of food intake and body weight of broiler breeder chicks. *British Poultry Science* **4(31)**:735-742
- Paulson S, Van DB (1999).** Management of Noise on Poultry Farms. Abbotsford
- Pinchasov Y, Galil D, Yonash N, Klandorf H (1993).** Effect of feed restriction using self-restricting diets on subsequent performance of broiler breeder females. *Poultry Science*, **4(72)**:613-619.

- ProdufootFG, Hulan HU (1982):**Effectsofreducedfeeding time usingallmas-horcrumblepelletdietaryregimens of chickenbroilerperformance,includin-gADS. *Agri. Canada*,**61**:750-754.)
- Savory C.J, Seawright, E, Watson A. (1992).**Stereotypedbehaviour in broilerb-reeders in relationtohusbandry and opioidreceptorblockade. *Applied Ani-mal BehaviourScience*, **32**,349-360
- Sahoo SP, Kaur D, Sethi APS, Sharma A, Chandrahas M (2017).**Effect of chemicallyamendedlitter on litterquality and broilerperformance in win-ter.*Journal of Applied Animal Research*, **45**:1, 533-537
- Sert H, Uzman A (2013).**Dünya’da Hayvan Refahı Uygulamalarının Ekonomik ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üni-versitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi***4**, 263-276
- Sepeur S, Spindler B, Schulze-Bisping M, Habig C, Andersson R, Beyerbach M, Kemper N (2015).**Comparison of plumagecondition of layinghenswit-hintact and trimmedbeakskept on commercialfarms. *Europ. Poult. Sci.* 79
- Stadelman WJ (1958).**Observationswithgrowingchickens on theeffects of soun-ds of varyingintensities. *PoultSci*, **37**, 776-779
- Stadelman WJ (1967).**Observationswithgrowingchickens on theeffects of soun-ds of varyingintensities. *PoultSci*, **37**,776-779
- Siddiqui MF, Patil MS, KhanKM, Khan, LA (2009).** Suddendeathsyndro-me-An Overview. *Veterinary World*, **2**(11), 444-447
- Sözcü A, Yılmaz E (2014).**Yumurta Tavuğu Yetiştirme Sistemlerinde Refah Problemleri.*Hayvansal Üretim***55**(2): 38-42
- Taşkın A, Şahin A, Camcı Ö, Erener G (2015).** Kanatlılarda Anti-Stres Uy-gulamalarında Yeni Yaklaşımlar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **3**(7): 571-576,
- Türkyılmaz MK, Nazlıgül A, Dereli E, Ulutaş PA (2011).**Akut Gürültünün Et-lik Piliçlerde Korku ve Bazı Stres Göstergeleri Üzerine Etkileri.*Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*,**17**(6): 957-962
- Yalçın S (2013).** Kümesten kesimhaneye taşıma sırasında stres ve etkalitesine etkileri. 2. *Uluslararası Beyaz Et Kongresi*, 204-209, Antalya
- Yenilmez F, Uruk E (2016).**Free-Range Sistemi, Avantaj ve Dezavantajları, *Nev-şehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı*:315-324
- Yener H, Atalar B, Mundan D (2013).**Şanlıurfa İlindeki Sığırcılık İşletmeleri-nin Biyogüvenlik ve Hayvan RefahıAçısından Değerlendirilmesi. *Harran Üniv Vet Fak Derg*,**2**(2): 87-93
- Yerpes M, Llonch P, Manteca X (2021).**Effect of environmentalconditionsduring transport on chickweightloss and mortality. *PoultryScience*,**100**:129–137

- Yıbar A, Çetin E (2013).**Hayvan Refahının Et Kalitesi Üzerine Etkileri. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.*, **2**: 31-37
- Waldenstedt E (2006).**Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review; *Animal Feed Science and Technology*, **126**,291–307
- Wei Y, Zheng W, Li B, Tong Q, Shi H (2020).**Effects of a two-phase mixed-color lighting program using light-emitting diode lights on layer chickens during brooding and rearing periods. *Poultry Science***99**:4695–4703
- Welfare Quality (2020).**Assessment protocol for poultry

Bölüm 18

ÜLKEMİZ TAVUKÇULUĞUN DÜNYADAKİ KONUMU

Memiş BOLACALI¹

¹ Doç. Dr. Memiş BOLACALI, Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootečni Anabilim Dalı,
Siirt, TÜRKİYE

1. Giriş

Kanatlı sektörü, dünyanın en büyük gıda sektörlerinden biridir. 2019'da dünya çapında yaklaşık 26 milyar tavuk bulunmakta, buradan yola çıktığımızda gezegende kişi başına yaklaşık 3.4 tavuk düşmektedir. 2016'dan beri kanatlı eti üretimi küresel et endüstrisine hâkim olduğu belirlenmiştir. Daha önceki bir makalede, dünya kanatlı üretiminin 2005'ten 2050'ye kadar %121 artacağı tahmin edilmiştir. Bu global artışta, en büyük tavuk popülasyonuna sahip Çin, Endonezya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerin önemi büyüktür. 2019 yılında, ülkemizde 2,14 milyon ton tavuk eti üretimi 1,2 milyar etlik piliçten elde edilmiştir. 2019 yılında ülkemizin tavuk eti ithalat miktarı 44.150 ton ve ihracat miktarı ise 508.778 ton olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılı toplam kanatlı eti üretimi, ithalat ve ihracat rakamları ile 83.154.997 nüfus rakamı dikkate alındığında ulusal düzeyde kişi başına yıllık tavuk eti tüketiminin 20,13 kg $((2138451000 \text{ kg} + 44150000 \text{ kg} - 508778000 \text{ kg}) / 83154997 \text{ kişi} = 20,13 \text{ kg/kişi})$ olduğu ortaya çıkmaktadır.

Global ölçekte 2019 yılında yumurta üretimi 1,58 trilyon adet ulusal düzeyde ise yaklaşık 20 milyar adet olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2021). 2018 yılında kişi başına yıllık yumurta tüketimi 224 adet/kişi olarak gerçekleşmiştir (Afyon, 2018). Ülkemizde hem üretilen hem de ithal edilen yumurtaların yaklaşık % 9'u damızlık amacıyla kuluçkaya konulmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'de Üretilen, İthal Edilen, Kuluçkaya Konulan Yumurta Verileri (TÜİK, 2021)

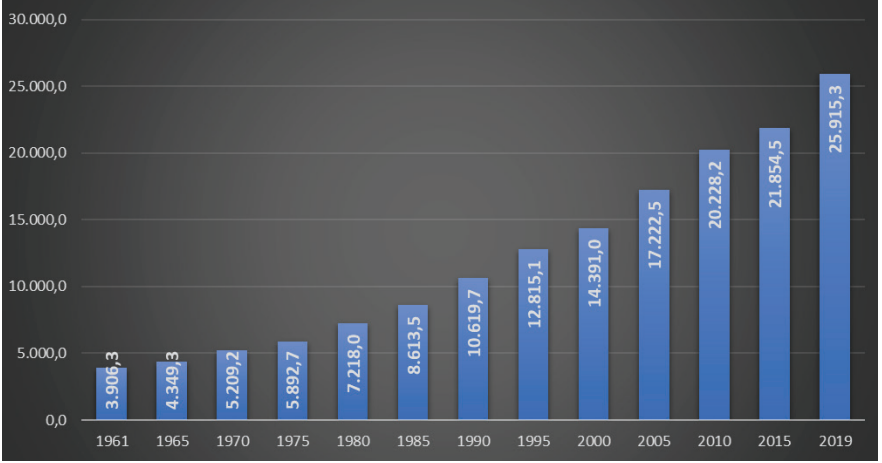
Yıl	Üretilen Yumurta Sayısı	İthal Edilen Yumurta Sayısı	Kuluçkaya Konulan Yumurta Sayısı	Kuluçkalık Yumurta Oranı (%)
2019	19.898.126.000	65.760.000	1.822.257.000	9,13
2018	19.643.711.000	45.840.000	1.801.026.000	9,15
2017	19.281.196.000	27.424.000	1.683.018.000	8,72
2016	18.097.605.000	29.776.000	1.628.986.000	8,99
2015	16.727.509.000	28.320.000	1.652.991.000	9,87
2014	17.145.388.000	31.472.000	1.670.720.000	9,73
2013	16.496.751.000	19.808.000	1.551.566.000	9,39

2. Tavuk Varlığı ile Kesilen ve Sağılan Tavuk Sayıları

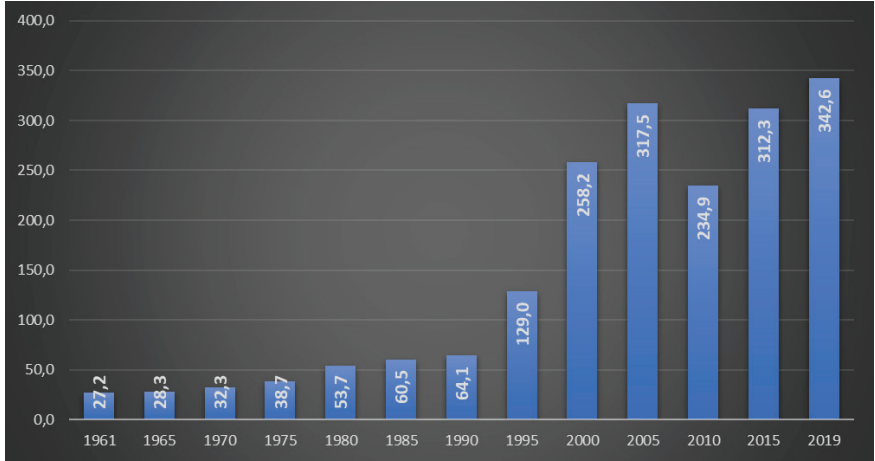
Dünya çapında tavuk sayısı son 60 yılda 3,9 milyar adetten 6,6 kat artışla 25,9 milyar adede yükselmiştir (Grafik 1). Türkiye'de tavuk sayıları incelendiğinde ise 1961-2005 yılları arasında artış, 2005-2010 yıllarında azalış, 2010-2019 yılları arasında ise yine artış olmakla birlikte genel olarak 1961 de 27,2 milyon adetten 12,6 kat artışla 342,6 milyon adede ulaşmıştır (Grafik 2). Tablo 2 incelendiğinde, 2019 yılı itibarıyla en yüksek

tavuk sayısına sahip ülke sıralamasında Türkiye'nin 12. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 1. Dünyada Yıllara Göre Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021).



Grafik 2. Türkiye'de Yıllara Göre Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).



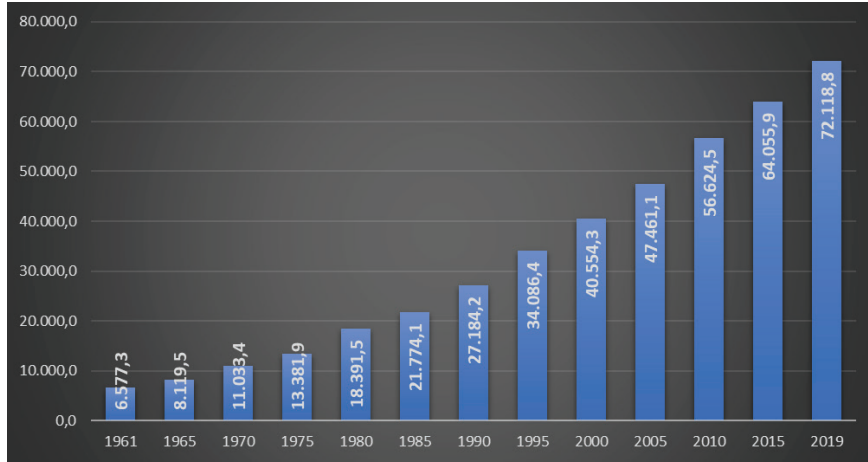
Tablo 2. 2019 Yılı İtibariyle Tavuk Sayısının (Milyon) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı	Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı
1	Çin	5.146,1	16	Malezya	275,8
2	Endonezya	3.725,2	17	Fransa	237,9
3	Amerika Birleşik Devletleri	1.972,3	18	Bolivya	231,1
4	Brezilya	1.466,6	19	Fas	208,6
5	Pakistan	1.321,0	20	Suudi Arabistan	197,0

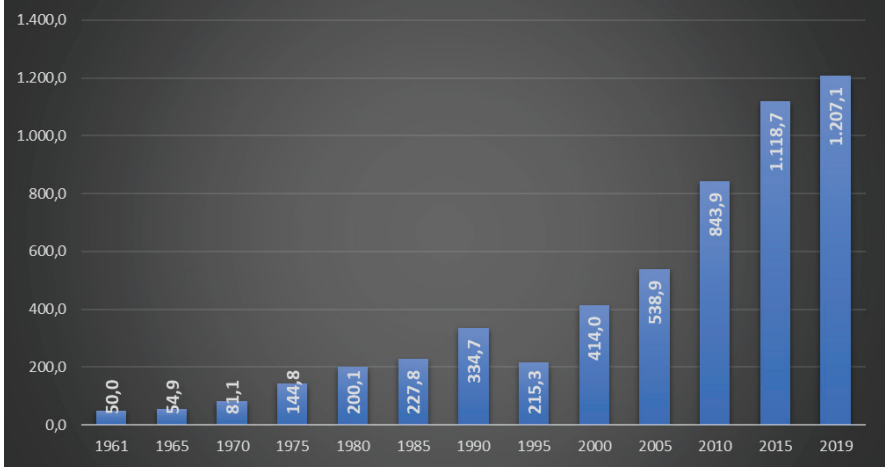
6	İran	1.091,4	21	Ukrayna	192,0
7	Hindistan	807,9	22	Kolombiya	187,5
8	Meksika	580,8	23	Filipinler	186,4
9	Rusya	497,4	24	Polonya	183,1
10	Myanmar	394,6	25	Dominik	181,7
11	Vietnam	382,6	26	İngiltere	176,0
12	Türkiye	342,6	27	Güney Afrika	173,5
13	Japonya	323,1	28	Kore	172,9
14	Bangladeş	286,9	29	Kanada	171,4
15	Tayland	281,5	30	Mısır	169,1

Yıllık kesilen tavuk sayılarına baktığımızda, genel olarak hem dünya genelinde hem de ülkemiz rakamlarının (1995 yılı hariç) sürekli bir artış göstermiştir (Grafik 3, 4). Ayrıca global olarak kesilen tavuk sayısı 1961 yılında 6,5 milyar adetten 2019 yılına geldiğimiz de ise bu rakamın 11 kat artışla 72,1 milyar adede ulaştığı; Türkiye’deki ise 50 milyon adetten 24 kat artışla 1,2 milyar adede yükseldiği gözlenmiştir. İncelenen yıllar bakımından kesilen tavuk sayısının ülkemizdeki artış hızı dünyadaki artış hızının neredeyse iki katı şeklinde gerçekleşmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek kesilen tavuk sayısına sahip ülke sıralamasında Türkiye’nin 13. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 3. Dünyada Yıllara Göre Kesilen Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021).



Grafik 4. Türkiye’de Yıllara Göre Kesilen Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).

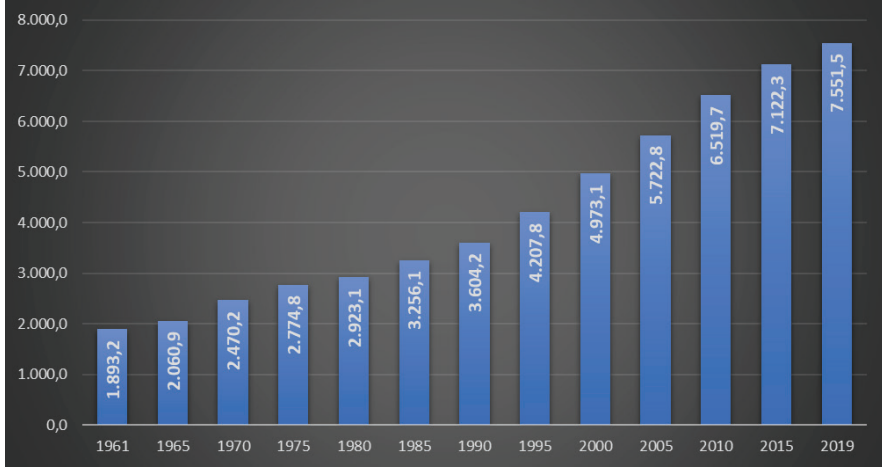


Tablo 3. 2019 Yılı İtibariyle Kesilen Tavuk Sayısının (Milyon) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

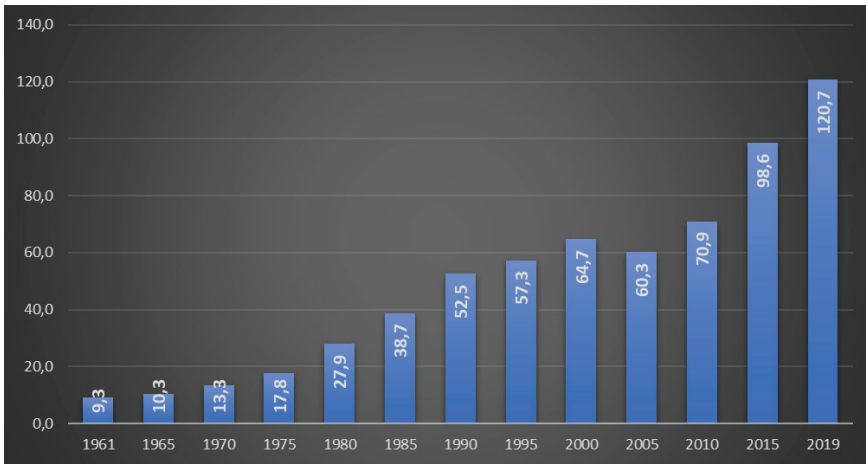
Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı	Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı
1	Çin	10.632,3	16	Kore	1.019,4
2	Amerika Birleşik Devletleri	9.339,2	17	Güney Afrika	983,8
3	Brezilya	5.805,3	18	Kolombiya	964,9
4	Endonezya	4.830,3	19	Mısır	914,3
5	Hindistan	2.730,7	20	Japonya	802,6
6	Rusya	2.557,3	21	Peru	786,6
7	İran	1.965,7	22	Fransa	772,4
8	Meksika	1.914,9	23	Kanada	771,3
9	Pakistan	1.278,0	24	Arjantin	756,9
10	Tayland	1.263,5	25	Ukrayna	717,5
11	Myanmar	1.232,4	26	İspanya	716,3
12	Filipinler	1.225,5	27	Avustralya	652,8
13	Türkiye	1.207,1	28	Fas	645,1
14	Polonya	1.147,4	29	Suudi Arabistan	638,2
15	İngiltere	1.108,0	30	Hollanda	622,6

Dünyada yumurtlayan tavuk sayısı Grafik 5’de sunulmuştur. Grafik 5 incelendiğinde, 1961’de 1,9 milyar adetten 2019’da ise 7,6 milyar adede yükselmiş; Türkiye’de ise 9,3 milyon adetten 120 milyon adede ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle yaklaşık 60 yıllık süreçte yumurtlayan tavuk sayısı dünyada 4 kat, Türkiye’de ise 13 kat artış gerçekleşmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek yumurtlayan tavuk sayısına sahip ülke sıralamasında Türkiye’nin 11. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 5. Dünyada Yıllara Göre Yumurtlayan Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021).



Grafik 6. Türkiye'de Yıllara Göre Yumurtlayan Tavuk Sayısı (Milyon) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).



Tablo 4. 2019 Yılı İtibariyle Yumurtlayan Tavuk Sayısının (Milyon) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

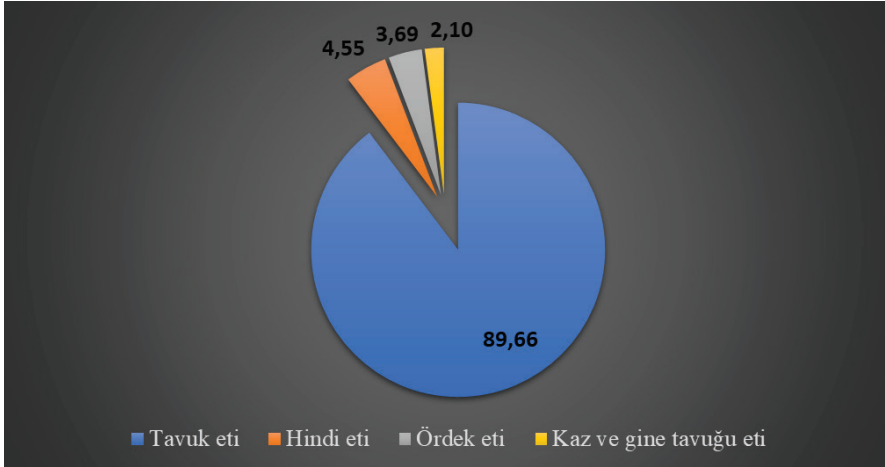
Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı	Sıra	Ülke	Tavuk Sayısı
1	Çin	3.094,0	16	Myanmar	90,0
2	Amerika Birleşik Devletleri	399,7	17	Filipinler	78,6
3	Hindistan	319,4	18	Vietnam	77,1
4	Endonezya	263,9	19	Kore	72,7
5	Brezilya	249,1	20	İtalya	68,3
6	Meksika	207,2	21	Kolombiya	60,8
7	Rusya	157,0	22	İngiltere	57,2
8	Bangladeş	141,9	23	Fas	55,6
9	Japonya	141,8	24	Fransa	54,2
10	Nijerya	122,5	25	İran	53,6

11	Türkiye	120,7	26	Polonya	47,2
12	Pakistan	99,1	27	İspanya	46,5
13	Ukrayna	97,8	28	Arjantin	44,5
14	Malezya	97,8	29	Hollanda	44,3
15	Tayland	93,7	30	Tayvan	42,8

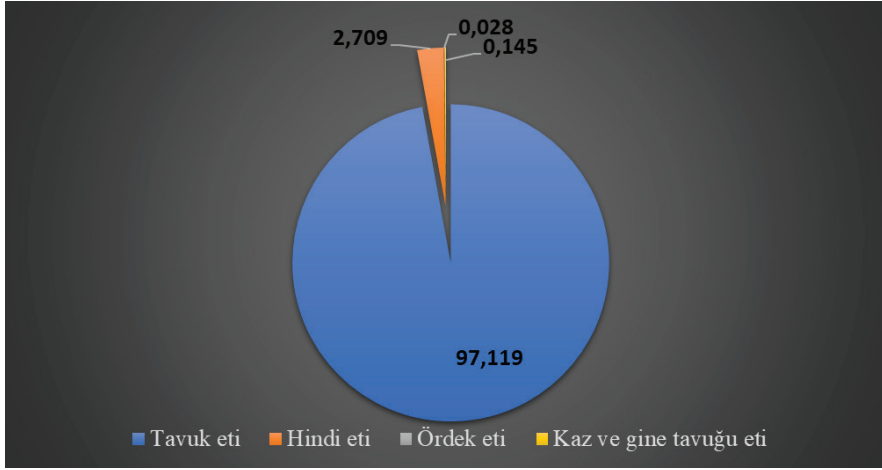
3. Tavuk Eti Üretimi

Grafik 7 ve 8 incelendiğinde, 2019 yılında üretilen kanatlı etin içindeki tavuk, hindi, ördek ve kaz-Gine tavuğunun payları dünyada sırasıyla % 89,66, 4,55, 3,69 ve 2,10; Türkiye’de ise sırasıyla % 97,12, 2,71, 0,03 ve 0,14 olduğu görülmektedir. İncelenen dönemlerde Türkiye’de kanatlı eti içindeki tavuk eti üretimin oranı dalgalı seyir izlemekle birlikte 1961 yılında % 89,3 iken 2019 yılına gelindiğinde bu oran % 97,03 olarak gerçekleşmiştir (Grafik 9).

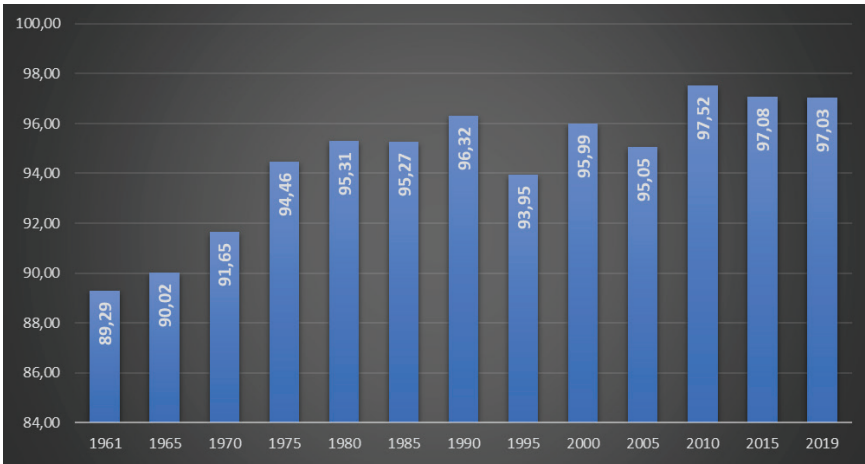
Grafik 7. 2019 Yılı İtibariyle Dünyada Kanatlı Et Üretiminin Hayvan Türlerine Göre Dağılımı (FAO, 2021).



Grafik 8. 2019 Yılı İtibariyle Türkiye’de Kanatlı Et Üretiminin Hayvan Türlerine Göre Dağılımı (FAO, 2021).

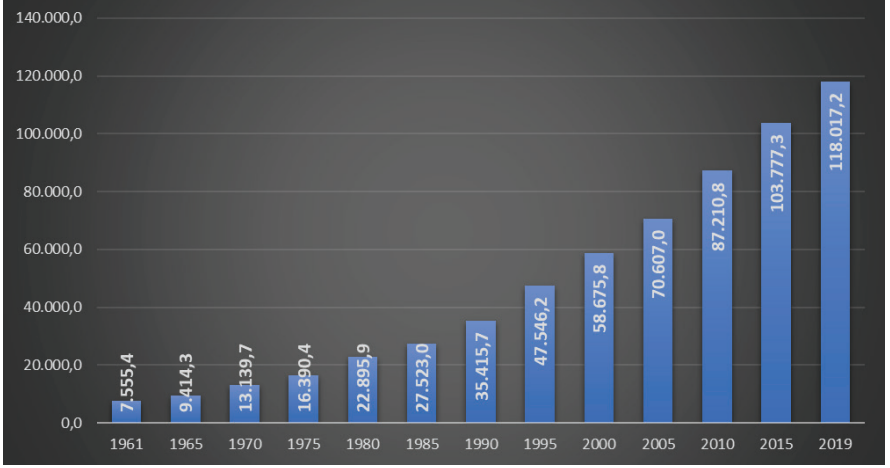


Grafik 9. Yıllara Göre Türkiye Kanatlı Et Üretimi içindeki Tavuk Etinin Oranları (%) (FAO, 2021).

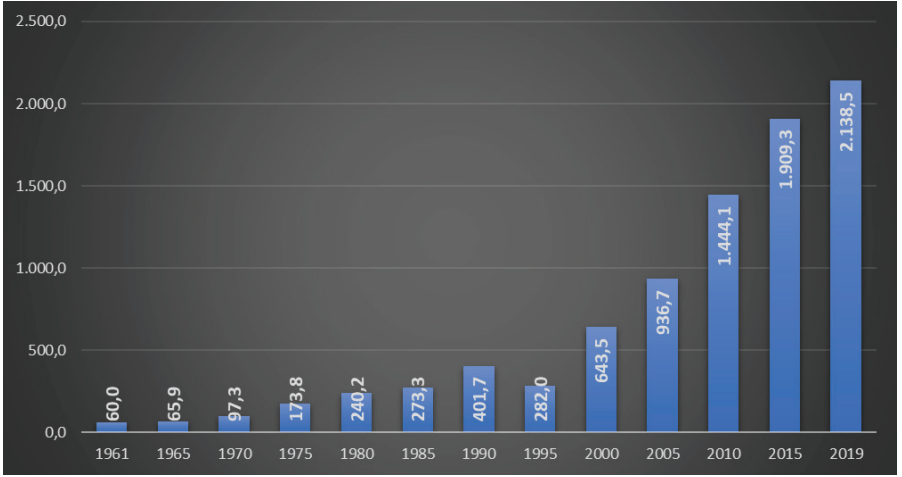


Global ölçekte tavuk eti üretimi 1961 yılında 7,5 milyon ton iken 2019 yılına gelindiğinde 118,02 milyon tona yükselmiş (Grafik 10); ulusal ölçekte ise 60 bin tondan 2,14 milyon tona ulaşmıştır (Grafik 11). Dünya genelindeki son 60 yıldaki tavuk eti üretiminde yaklaşık 16 kat artış olmasına karşın, Türkiye’de ise yaklaşık 36 kat artış gerçekleşmiştir. Tablo 5 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek tavuk eti üretimine sahip ülke sıralamasında Türkiye’nin 11. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 10. Dünyada Yıllara Göre Tavuk Eti Üretimi (1000 Ton) (FAO, 2021).



Grafik 11. Türkiye’de Yıllara Göre Tavuk Eti Üretimi (1000 Ton) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).

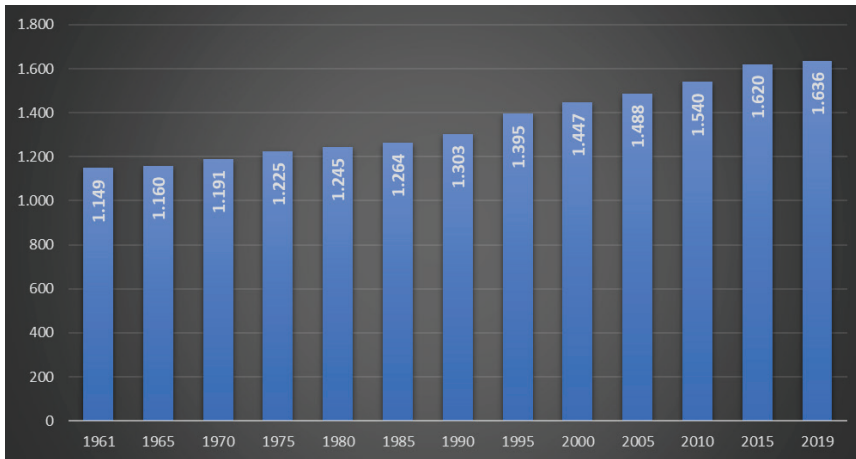


Tablo 5. 2019 Yılı İtibariyle Tavuk Eti Üretiminin (Bin Ton) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

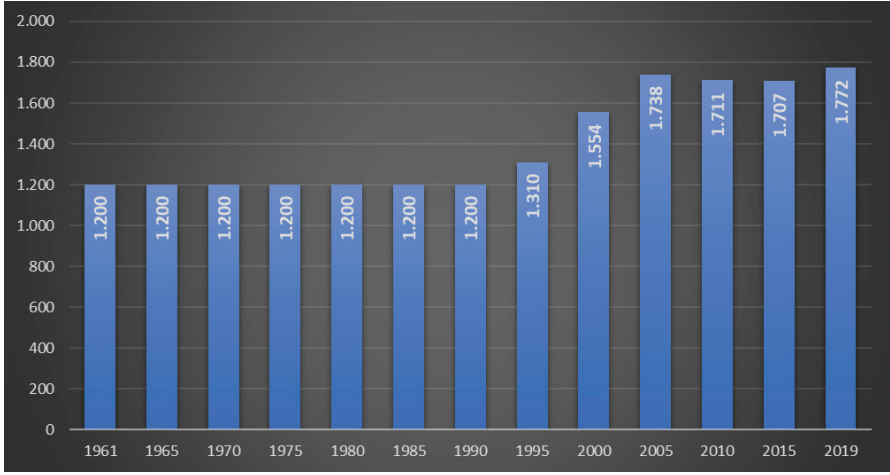
Sıra	Ülke	Tavuk Eti Miktarı	Sıra	Ülke	Tavuk Eti Miktarı
1	Amerika Birleşik Devletleri	20.154,7	16	Tayland	1.718,9
2	Çin	14.496,8	17	Kolombiya	1.693,2
3	Brezilya	13.516,5	18	Malezya	1.648,0
4	Rusya	4.606,4	19	Myanmar	1.616,4
5	Hindistan	4.187,7	20	Pakistan	1.518,0
6	Endonezya	3.495,1	21	Filipinler	1.430,9
7	Meksika	3.476,6	22	İspanya	1.412,2
8	Japonya	2.297,9	23	Ukrayna	1.381,4
9	İran	2.280,0	24	Mısır	1.332,1
10	Arjantin	2.202,7	25	Kanada	1.328,4
11	Türkiye	2.138,5	26	Avustralya	1.240,2
12	Polonya	2.110,7	27	Fransa	1.121,0
13	Güney Afrika	1.808,2	28	İtalya	1.055,3
14	Peru	1.762,9	29	Hollanda	1.036,4
15	İngiltere	1.723,0	30	Almanya	1.036,0

Grafik 12 ve 13 incelendiğinde, 1960 yılından 2019 yılına kadar geçen sürede dünyada ve ülkemizde genel olarak tavuk karkas ağırlığında yükseliş trendi görülmektedir. 2019 yılındaki karkas ağırlığı dünyada 1636 gr iken Türkiye’de ise 1772 gr olarak gerçekleşmiştir. Tablo 6 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek tavuk karkas ağırlığına sahip ülke sıralamasında Türkiye’nin 39. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 12. Dünyada Yıllara Göre Tavuk Karkas Ağırlığı (gr) (FAO, 2021).



Grafik 13. Türkiye’de Yıllara Göre Tavuk Karkas Ağırlığı (gr) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).



Tablo 6. 2019 Yılı İtibariyle Tavuk Karkas Ağırlığının (gr) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

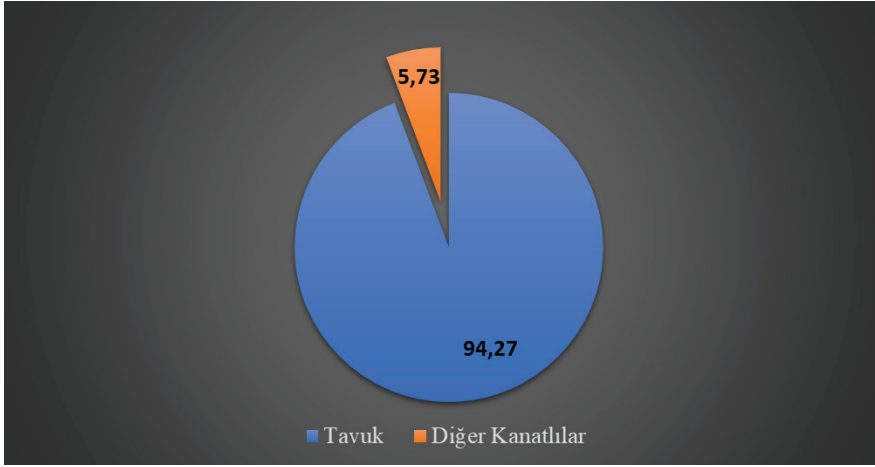
Sıra	Ülke	Karkas Ağırlığı	Sıra	Ülke	Karkas Ağırlığı	Sıra	Ülke	Karkas Ağırlığı
1	Kenya	3.000	16	Nikaragua	2.165	31	İtalya	1.852
2	Malawi	3.000	17	Özbekistan	2.164	32	Kosta Rika	1.841
3	Mozambik	3.000	18	Amerika Birleşik Devletleri	2.158	33	Polonya	1.840
4	Ruanda	3.000	19	Ekvador	2.151	34	Güney Afrika	1.838
5	Tacikistan	3.000	20	Cabo Verde	2.085	35	Meksika	1.816
6	Arjantin	2.910	21	Kıbrıs	2.000	36	Rusya	1.801
7	Bolivya	2.873	22	Singapur	1.991	37	Vietnam	1.797
8	Japonya	2.863	23	Lübnan	1.985	38	Litvanya	1.772
9	Malezya	2.798	24	İspanya	1.972	39	Türkiye	1.772
10	Fiji	2.747	25	Honduras	1.972	40	Estonya	1.764
11	Brezilya	2.328	26	Trinidad ve Tobago	1.954	41	Kolombiya	1.755
12	Dominik	2.303	27	Macaristan	1.926	42	Sırbistan	1.744
13	Şili	2.261	28	Ukrayna	1.925	43	Panama	1.743
14	Peru	2.241	29	Yeni Zelanda	1.910	44	Bulgaristan	1.727
15	Sudan	2.238	30	Avustralya	1.900	45	Kanada	1.722

4. Tavuk Yumurtası Üretimi

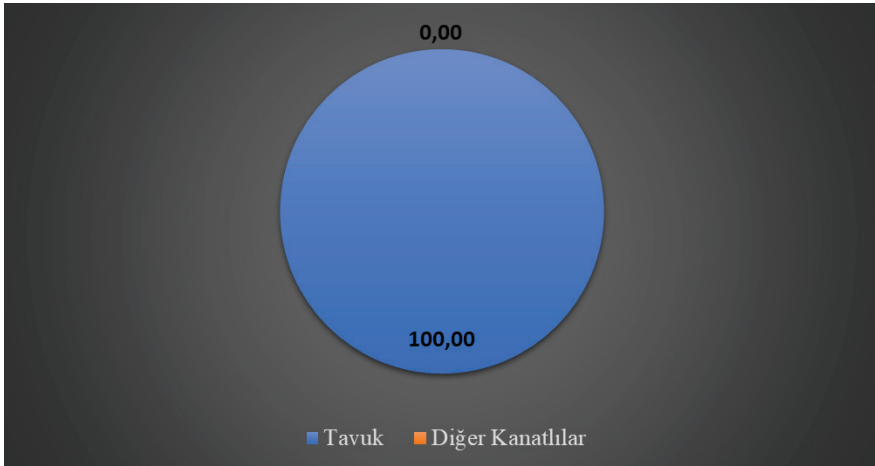
Grafik 14 ve 15 incelendiğinde, 2019 yılında üretilen kanatlı yumurtası üretimi içindeki tavuk ile diğer kanatlı türlerinin payları dünyada sırasıyla % 94,27 ve 5,73 ilen Türkiye’de ise sırasıyla % 100,00 ve 0,00 olduğu görülmektedir.

Grafik 14. 2019 Yılı İtibariyle Dünyada Yumurta Üretiminin Hayvan Türlerine

Göre Dağılımı (FAO, 2021).

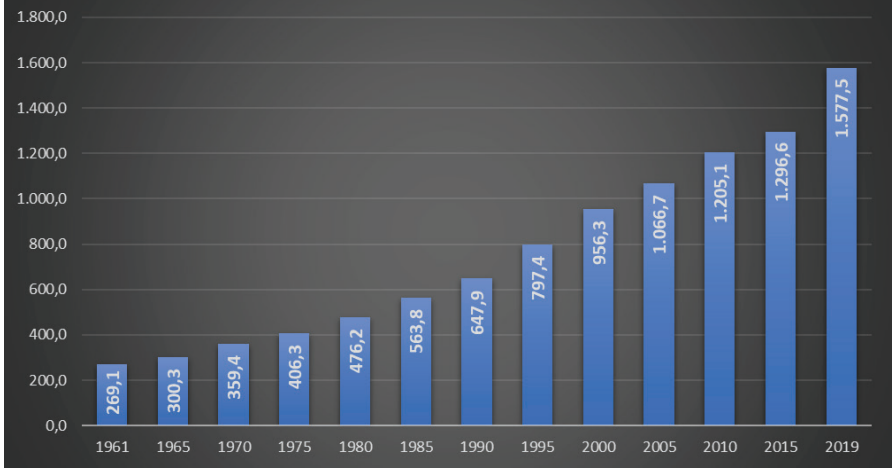


Grafik 15. 2019 Yılı İtibariyle Ülkemiz Yumurta Üretimine Hayvan Türlerine Göre Dağılımı (FAO, 2021).

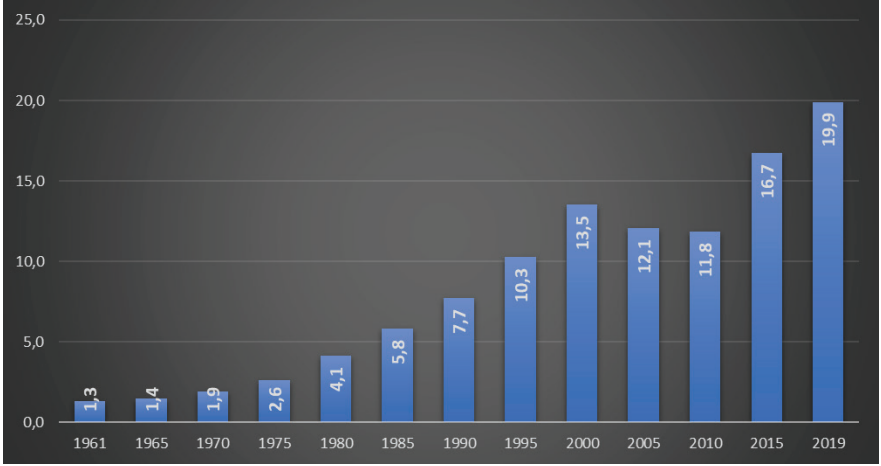


Dünya genelinde toplam yumurta üretimi, 1961 yılında 269 milyar adet iken 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık 6 kat artışla 1,6 trilyon adede yükselmiş (Grafik 16); Türkiye’de ise 1,3 milyar adet olan üretim 13 kat artarak 16,9 milyar adede ulaşmıştır (Grafik 17). Tablo 7 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek tavuk yumurtası üretimine sahip ülke sıralamasında Türkiye’nin 9. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 16. Dünyada Yıllara Göre Tavuk Yumurtası Üretimi (Milyar Adet) (FAO, 2021).



Grafik 17. Türkiye’de Yıllara Göre Tavuk Yumurtası Üretimi (Milyar Adet) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).

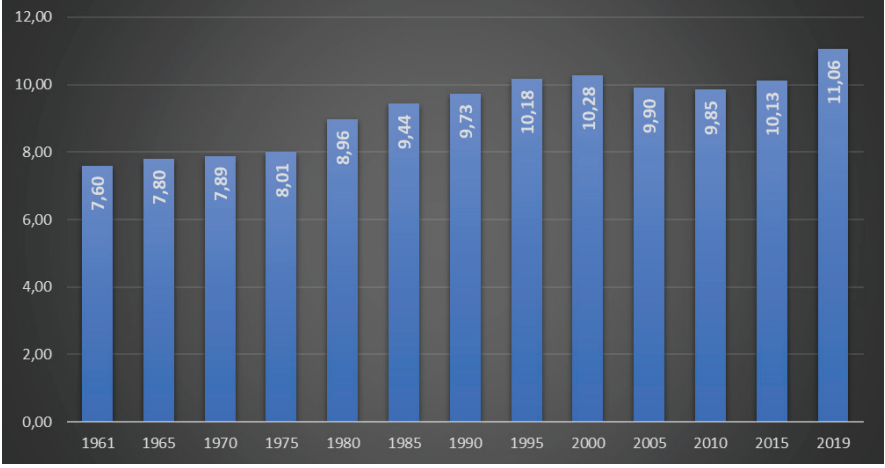


Tablo 7. 2019 Yılı İtibariyle Tavuk Yumurtası Üretiminin (Milyar Adet) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

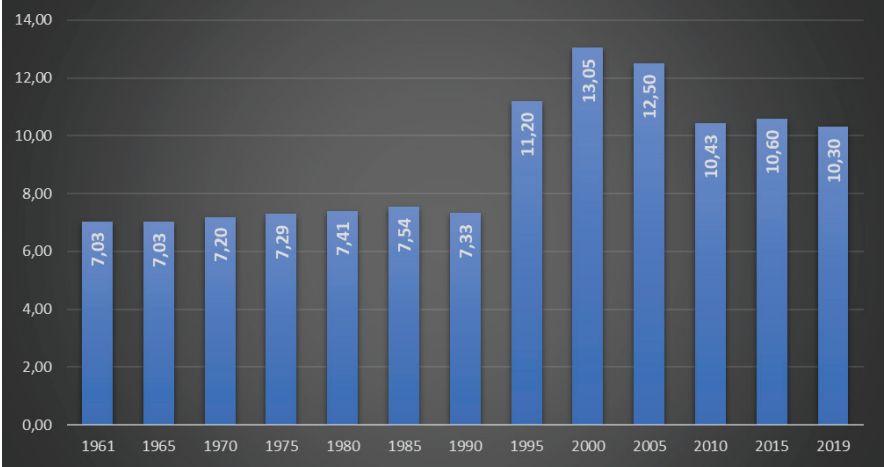
Sıra	Ülke	Yumurta Üretim Miktarı	Sıra	Ülke	Yumurta Üretim Miktarı
1	Çin	569,1	16	Kore	13,4
2	Amerika Birleşik Devletleri	113,3	17	Arjantin	13,2
3	Endonezya	105,6	18	Fransa	13,1
4	Hindistan	105,0	19	İspanya	12,9
5	Meksika	55,7	20	İtalya	12,8
6	Brezilya	55,4	21	Tayland	12,8
7	Rusya	44,5	22	Almanya	12,5
8	Japonya	44,0	23	Filipinler	12,2
9	Türkiye	19,9	24	Myanmar	12,1
10	Pakistan	19,1	25	İran	12,1
11	Ukrayna	16,5	26	Hollanda	11,0
12	Nijerya	16,0	27	Güney Afrika	10,6
13	Kolombiya	14,4	28	Polonya	10,3
14	Malezya	13,9	29	Kanada	9,9
15	İngiltere	13,6	30	Peru	9,8

Dünya genelinde ortalama tavuk başına yumurta verimi incelenen dönemlerde yılların ilerlemesine bağlı olarak artış-azalış trendi olmakla birlikte genel olarak artış yaşanmış ve 1961 yılında 7,6 kg iken 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık 1.5 kat artışla 11.06 kg'a yükselmiştir (Grafik 16). Tablo 8 incelendiğinde, 2019 yılı itibariyle en yüksek tavuk başına yumurta verimine sahip ülke sıralamasında Türkiye'nin 78. sırada yer aldığı görülmektedir.

Grafik 18. Dünyada Yıllara Göre Tavuklarda Yumurta Verimi (kg/tavuk) (FAO, 2021).



Grafik 19. Türkiye'de Yıllara Göre Tavuklarda Yumurta Verimi (kg/tavuk) (FAO, 2021; TÜİK, 2021).



Tablo 8. 2019 Yılı İtibariyle Tavuklarda Yumurta Veriminin (kg/tavuk) Yüksek Olduğu Bazı Ülkeler (FAO, 2021).

Sıra	Ülke	Yumurta Verimi	Sıra	Ülke	Yumurta Verimi	Sıra	Ülke	Sıra
1	İzlanda	24,68	27	Malta	16,13	53	Slovenya	13,25
2	Fiji	22,35	28	Yeni Zelanda	15,92	54	Özbekistan	13,21
3	Kosta Rika	21,19	29	Rusya	15,87	55	Litvanya	13,18
4	Dominik	20,25	30	Avustralya	15,64	56	Jamaika	13,12
5	Portekiz	20,04	31	İsrail	15,52	57	Türkmenistan	12,96
6	Finlandiya	19,38	32	Letonya	15,52	58	Slovakya	12,91
7	Lüksemburg	19,01	33	Gürcistan	15,48	59	Brezilya	12,68
8	Kıbrıs	18,76	34	Ürdün	15,47	60	Macaristan	12,51
9	Arjantin	18,65	35	Sri Lanka	15,24	61	Küba	12,40
10	Japonya	18,62	36	Yeni Kaledonya	15,07	62	Lübnan	12,24
11	Almanya	18,16	37	Bulgaristan	15,06	63	Birleşik Arap Emirlikleri	12,13
12	Hindistan	18,08	38	Katar	15,05	64	Kazakistan	12,04
13	Endonezya	18,01	39	Ekvador	14,89	65	Polonya	11,99
14	İsviçre	17,86	40	Güney Afrika	14,86	66	Butan	11,93
15	Çekya	17,74	41	Hollanda	14,64	67	Norveç	11,77
16	Kanada	17,45	42	Fransa	14,50	68	Mısır	11,53
17	İspanya	17,44	43	Meksika	14,24	69	Honduras	11,47
18	Avusturya	17,11	44	Kolombiya	14,19	70	Hırvatistan	11,16
19	Şili	16,92	45	Venezuela	14,15	71	Paraguay	11,15
20	Kuveyt	16,88	46	İngiltere	13,94	72	Belarus	11,00
21	Danimarka	16,86	47	Guatemala	13,55	73	Porto Riko	10,93
22	Estonya	16,79	48	İran	13,50	74	Arnavutluk	10,90
23	Amerika Birleşik Devletleri	16,78	49	Cezayir	13,37	75	Aziz Lucia	10,70
24	Peru	16,58	50	El Salvador	13,35	76	Suudi Arabistan	10,58
25	Fransız Polinezyası	16,49	51	Moğolistan	13,32	77	İtalya	10,50
26	Umman	16,33	52	Ermenistan	13,31	78	Türkiye	10,30

5. Sonuç ve Öneriler

En yüksek ülkeler sıralamasında Türkiye en yüksek ülkeler sıralamasında; tavuk sayısında 12., kesilen tavuk sayısında 13., yumurtlayan tavuk sayısında 11., tavuk eti üretiminde 11., tavuk karkas ağırlığında 39., tavuk yumurtası üretiminde 9. ve birim tavukta yumurta veriminde ise 78. sırada yer almaktadır. Toplam tavuk sayısı, kesilen-yumurtlayan tavuk sayısı ile toplam tavuk eti ve yumurtası üretiminde en yüksek ülke sıralamasında ilk 13 içinde yer almasına karşın; birim hayvandan alınan verimlerin düşüklüğüne bağlı olarak tavuk karkas ağırlığı (39. sırada) ve bir tavuktan elde edilen yumurta sayısı (78. sırada) bakımından alt sıralarda yer alması birim hayvandan elde edilen verimlerin düşük olması ile ilişkilendirilebilir. Sonuç olarak; 1) ülkemizde tavukçuluk sektörünün ar-ge

ve yenilikçilik kapasitesinin arttırılması ve yeni teknolojilerin iyileştirilmesi; II) damızlık (yumurta ve civciv) materyali sorununa çözüm olarak ar-ge çalışmalarının arttırılması, kamu kurumlarında devam eden ıslah programlarının sürdürülmesi, ithalatı azaltacak şekilde üretim planlaması yapılması ile yerli damızlık kullanımının teşvik edilmesi; III) verim parametreleri üzerine çevrenin etkili olmasından yola çıkıldığında barınak koşulların başta olmak üzere çevre koşullarının iyileştirilmesi birim hayvandan elde edilen karkas ve yumurta miktarının arttırılmasına katkı sunacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

- FAO (2021). The Food and Agriculture Organization <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> Erişim Tarihi: 12.12.2021
- Afyon, İ. 2018. Yumurta Tavukçuluğu Verileri 2018, <https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/yumurta-veriler2019web.pdf>
- Haenlein, G. F. (1992). All about goats. University of Delaware, Newark, A-2, USA.
- TUİK (2021). Türkiye İstatistik Kurumu <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?k-n=79&locale=tr> Erişim Tarihi: 14.12.2021

Bölüm 19

SUBFATİN VE METABOLİK ETKİLERİ

Kıvanç İRAK¹

¹ Doç. Dr. Kıvanç İRAK, Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye, ORCID: 0000-0001-9765-0330

1. Giriş

Adipoz doku, adipokinler olarak adlandırılan çeşitli proteinleri/peptidleri üretebilen ve salgılayabilen endokrin bir organdır (Li ve ark., 2014). Adipoz doku, lipid ve glukoz metabolizmasının yanı sıra insülin sinyalizasyonunda da önemli bir role sahiptir (Jung ve Choi, 2014; Freitas Lima ve ark., 2015). Adipoz doku disfonksiyonu ve obezite; insülin direnci, dislipidemi, inflamasyon ve endotel disfonksiyonu gibi patojenik durumlarla ilişkilidir (Rabe ve ark., 2008; Fadaei ve ark., 2016).

Adipokinler, adipoz doku tarafından salgılanan, metabolik homeostaz, insülin duyarlılığı, kardiyo-serebro-vasküler fonksiyon, bağışıklık ve inflamasyon dahil olmak üzere birçok fizyolojik fonksiyonun düzenlenmesinde görev alan biyoaktif moleküllerdir (Li ve ark., 2014). Leptin, visfatin, adiponektin, resistin, vaspın, omentin, tümör nekroz faktör alfa (TNF- α) ve interlökin 6 (IL-6) gibi çeşitli adipokinler ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış ve bu biyolojik moleküllerin insülin direnci ve inflamasyon gibi patolojik süreçlerle ilişkileri ortaya koyulmuştur (Ouchi ve ark. 2011; Freitas Lima ve ark., 2015).

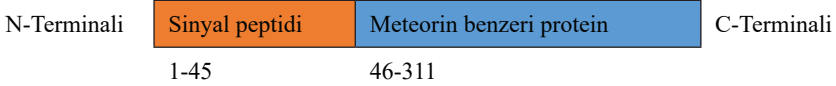
Subfatin, peroksizom proliferatörü ile aktive olan reseptör-gama (PPAR- γ) yolu üzerindeki lokal otokrin/parakrin etkileri yoluyla insülin duyarlılığını kontrol eden, peptit yapısına sahip yeni keşfedilen bir adipokindir (Li ve ark., 2015). Terapötik potansiyele sahip bir nörotrofik faktör olarak kabul edilen subfatin (Jørgensen ve ark, 2012); Metrnl (Meteorin benzeri), cometin (Wen ve ark., 2017) veya interlökin 39 (IL-39) (Lu ve ark., 2020) olarak da adlandırılmaktadır.

Subfatin, yağ dokusu ve iskelet kası tarafından salgılanan bir adipokindir (Fadaei ve ark., 2020). Subfatin'in yağ dokusunda antiinflamatuar genleri yukarı regüle ettiği, ayrıca PPAR- γ ile insülin duyarlılığını artırdığı rapor edilmiştir (Li ve ark., 2015). Diyabetli ve obez hastalarda dolaşımdaki subfatin seviyelerine ilişkin veriler çelişkilidir. Diyabette (Lee ve ark., 2018) ve obez hastalarda (Pellitero ve ark., 2018) dolaşımdaki subfatin düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Yapılan başka çalışmalarda diyabetli hastaların daha yüksek subfatin seviyelerine sahip olduğu (Chung ve ark. 2018), obez çocuklarda yağ dokusundaki Subfatin ekspresyonunun zayıf çocuklara göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Löffler ve ark. 2017).

Bu çalışmada Subfatin'in yapısı ve fizyolojik işlevleri hakkında bilgi verilmiş ve Subfatin'in Diabetes Mellitus ve obezite ile ilişkisi güncel kaynaklar ile irdelenmiştir.

2. Subfatin'in Yapısı ve Fizyolojik İşlevleri

Subfatin, meteorin proteinine benzer dizilimden dolayı meteorin benzeri protein olarak adlandırılmaktadır (Huang ve ark., 2021). Subfatin geni, farelerde kromozom 11qE2'de, insanlarda ise kromozom 17q25.3'te bulunur (Zheng ve ark., 2016). Biyoinformatik analiz, insan genomlarında kodlanan subfatin proteininin 311 amino asit içerdiğini, 45 amino asitlik bir NH2-terminal sinyal peptidi olduğunu ve herhangi bir transmembran bölgesi olmadığını göstermektedir. Subfatin geni, N-terminalinde bir sinyal peptidinden ve C-terminalinde meteorin benzeri bir proteinden oluşur (Şekil 1). Subfatin, beyaz yağ dokularında ve iskelet kaslarında üretilir ve moleküler ağırlığı yaklaşık 30 kDa olan 266 amino asitten oluşur (Li ve ark., 2014; Ushach ve ark., 2015). Fare ve insan subfatin genleri %77 dizi benzerliğine sahiptir (Zheng ve ark., 2016).



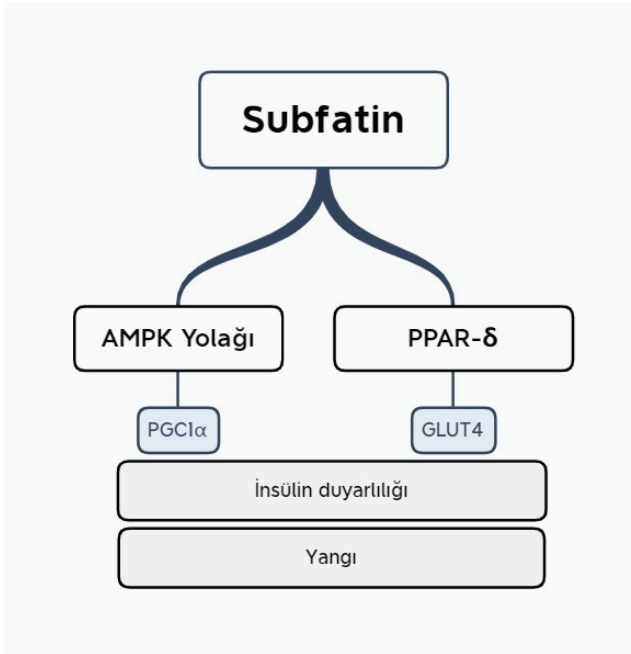
Şekil 1. İnsan subfatin geninin şeması. (Huang ve ark., 2021)

Subfatin'in kardiyovasküler homeostaz ve metabolik sendromda (özellikle glukoz ve lipid metabolizması, insülin direnci, inflamasyon regülasyonu ve beyaz yağ dokusunun esmerleşmesi) biyolojik fonksiyonlarının bulunduğu bildirilmektedir. Salgılanan subfatin, vücutta otokrin ve parakrin ekspresyon gösterir (Huang ve ark., 2021). Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre; subfatin obez/diyabetik farelerde insülin duyarlılığını iyileştirebilir, sistemik enerji tüketimini artırabilir, beyaz adipoz esmerleşmeyi indükleyebilir, lipid metabolizmasını düzenleyebilir ve anti-inflamatuar gen programlarını teşvik edebilmektedir (Chung ve ark., 2018; Miao ve ark., 2020).

Egzersiz, iskelet kaslarının kasılması ve gevşemesi yoluyla metabolizma ile ilgili adipokinlerin salınımını sağlamak suretiyle metabolik bozuklukların hafifletilmesinde rol oynar (Widmann ve ark., 2019). Egzersizden sonra ve soğuğa maruz kaldığında yağ dokusundan dolaşıma giren subfatin; enerji tüketimini uyarır, glukoz toleransını ve anti-inflamatuar sitokinlerle ilişkili genlerin ekspresyonunu iyileştirir (Rao ve ark., 2014). Subfatin'in serumdaki seviyesi bağımsız olarak insülin direnci ile ilişkilidir. Subfatin, adenosin monofosfat ile aktive edilen protein kinaz (AMPK) veya peroksizom proliferatör ile aktive olan reseptör delta (PPAR-δ) bağımlı sinyalleme yoluyla lokal otokrin/parakrin etki göstererek insülin duyarlılığını etkiler (Lehnig ve Stanford, 2018). İlk olarak subfatin, adipositlerde eozinofil spesifik kemokinlerin ekspresyonunu ve termojenez uyararak için immün sitokinleri (IL-4/IL-13) indükler (Wu ve ark., 2011; Moussa ve ark., 2019; Brigger ve ark., 2020). Sonrasında

termojenezi uyarmanın yanı sıra subfatin, makrofajların fenotipini inhibe eden inflamatuvar sitokinleri de teşvik eder. Böylelikle subfatin, egzersiz ve termojenez arasında bir köprü görevi görür ve enerji homeostazının sürdürülmesini sağlayarak enerji metabolizmasının moleküler mekanizmasına katılır (Lehnig ve Stanford, 2018).

Subfatin, iskelet kasındaki AMPK ve PPAR- δ bağımlı sinyal yolları aracılığıyla etkiler gösterir (Şekil 2). AMPK, hücre içi enerji dengesinin korunmasındaki rolüne ek olarak, sistemik enerji metabolizmasını düzenler (Jung ve ark., 2018). Artan oksidatif stres ve gen ekspresyonundaki değişiklikler ile ilişkili olarak insülin direnci olan aşırı kilolu bireylerin yağ dokusunda AMPK aktivitesi azalmaktadır. Peroksizom proliferatörü ile aktive olan reseptörler (PPARs), üç alt tipten (PPAR α , PPAR γ ve PPAR β/δ) oluşan nükleer hormon reseptörü süper ailesinin ligand ile aktive olan transkripsiyon faktörleridir. Bu faktörler; metabolik homeostaz, lipid, glukoz ve enerji metabolizması, adipogenez ve iltihaplanma ile ilgili çok sayıda genin ekspresyonunu kontrol etmek suretiyle tip 2 diabetes mellitus (T2DM), alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı ve kardiyovasküler hastalıkların patogenezinde rol oynayan çok sayıda metabolik yolu düzenler (Tyagi ve ark., 2011; Han ve ark., 2017).



Şekil 2. Subfatin'in glikoz ve lipid metabolizmasında sinyal mekanizması. Huang ve ark., (2021)'den uyarlanmıştır.

AMKP: Adenosin monofosfat ile aktive edilen protein kinaz; PPAR- δ : Peroksizom proliferatörüyle aktive reseptör-1 delta; PGC1 α : Peroksizom proliferatörüyle aktive reseptör-1 alpha; GLUT4: Glukoz taşıyıcı tip 4

3. Subfatin ve Obezite

Yağ dokusu, enerji depolaması için en büyük rezervuar olmanın yanı sıra, adipokinler olarak adlandırılan proteinleri/peptidleri sentezleyen ve salgılayan oldukça aktif bir endokrin organdır. Adipokinler metabolizma, insülin duyarlılığı, kardiyoserebrovasküler fonksiyon, bağışıklık ve inflamasyon dahil olmak üzere birçok fizyolojik fonksiyonun düzenlenmesine katılan biyoaktif moleküllerdir (Miao, 2011; Ohashi ve ark., 2014). Adipokinlerin düzensiz üretimi veya salgılanması, obeziteye bağlı bozuklukların patogenezi ile ilişkilidir (Ouchi ve ark., 2011; Blüher, 2014). Obezite, enerji metabolizmasının dengesizliğinden kaynaklanır, obezlerde kalori alımı tüketimden daha fazladır (Hill ve ark., 2012). Obezitenin nedenleri arasında yetersiz egzersiz, aşırı gıda alımı, genetik ve nöropsikiyatrik faktörler, hiperinsülinemi bulunmaktadır (Erion ve Corkey, 2017). Obezite aslında visceral yağ hücrelerinin endokrin veya parakrin formunda inflammatuar mediatörleri serbest bırakmasından kaynaklanan, kronik, düşük seviyeli bir inflammatuar durumdur (Izaola ve ark., 2015). Bu inflammatuar araçlar, reseptör sonrası sinyal yolu üzerinde hareket ederek hücre içi insülin sinyal iletimini bloke eder ve bu durum insülin direnci ile sonuçlanır. Subfatin bahsi geçen moleküler mekanizmaları bloke edebilen ve insülin direnci oluşumunu tersine çevirebilen anti-inflammatuar etkilere sahiptir (Huang ve ark., 2021).

Obezitenin kronik inflamasyon ve adipokin sekresyonunun düzensizliği ile ilişkili olduğu ve obezite ile artan T2DM, ve koroner arter hastalığı (KAH) riski arasında olası bir bağlantı olabileceği bildirilmiştir (Freitas ve ark., 2015) Subfatin'in beyaz yağ dokusunun biyolojisinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Subfatin, adiposit farklılaşması, metabolizma aktivasyonu ve inflamasyon inhibisyonu dahil olmak üzere adipoz fonksiyonunu iyileştirerek obezitenin neden olduğu insülin direncini antagonize eder. Bu özellikleri subfatini metabolik sendrom ve T2DM için umut verici yeni bir terapötik hedef haline getirebilir (Li ve ark., 2015). Li ve ark. (2014), Subfatin'in perivasküler ve interskapular yağ dokularına kıyasla subkutan yağ dokusunda çok daha yüksek oranda eksprese edildiğini ve Subfatin'in adipogenez ve obezite ile ilgili yeni bir adipokin olabileceğini öne sürmüştür. Subfatin, kemirgenlerin ve insanların deri altı yağında bol miktarda sentezlenir. Kalori kısıtlaması durumunda, sıçanların beyaz yağ dokusunda aşağı regüle edildiği ve farelerde diyetle ilgili obezitede yukarı regüle edildiği bildirilmiştir (Zheng ve ark., 2016). Obez hastalarda dolaşımdaki subfatin düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Pellitero ve ark. 2018). Ancak başka bir çalışma, obez çocuklarda yağ dokusundaki

subfatin ekspresyonunun zayıf çocuklara göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (Löfller ve ark., 2017).

Sobieh ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, Subfatin'in anti-inflamatuar etkisiyle obez hastalarda osteoartrit prevalansını azaltabileceği ortaya konulmuştur. Obez bireylerde Subfatin'in azalması, yağ proliferasyonunu teşvik etmekte bu durum da yağ farklılaşmasını engelleyerek adiposit hipertrofisi ile sonuçlanmaktadır. Du ve ark. (2020) T2DM'li hastalarda serum subfatin düzeyleri ile viseral yağ kaynaklı obezite arasında negatif bir korelasyon olduğunu ve serum subfatin konsantrasyonunun belirlenmesinin viseral yağ kaynaklı obezitenin değerlendirilmesinde yararlı olabileceğini tespit etmişlerdir.

Obezite için en uygun tedavilerin diyet tedavisi ve egzersiz olduğu bilinmektedir. Egzersizin enerji tüketimini arttırdığı, glikoz ve lipid metabolizmasını iyileştirdiği, kahverengi yağın termojenezini arttırdığı ve anti-inflamatuar mekanizmayı güçlendirdiği bildirilmektedir. Ilık suda yapılan egzersizin, ılıman ve soğuk suda yapılan egzersize kıyasla subfatin seviyesini arttırdığı ve bağışıklık hücrelerini uyardığı bildirilmiştir. Bu özellik, kahverengi yağı arttırmak için subfatin gibi hormonların üretimini uyarmak için kullanılabilir, ancak bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Saghebjoo ve ark., 2018).

4. Subfatin ve Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM), insülin eksikliği veya insüline bağlı problemler nedeniyle karbonhidrat, lipid ve proteinlerin optimal olarak metabolize edilemediği, vasküler ve nöropatik komplikasyonlarla karakterize, yüksek morbidite ve mortalite oranları ile günümüzün en yaygın metabolizma hastalıklarından biridir (Seghrouchni ve ark., 2002; Onalan ve ark., 2020). T2DM ve KAH, obezite ve metabolik sendrom ile ilişkili en önemli bozukluklardandır. Viseral obezite, T2DM ve KAH için önemli bir risk faktörüdür (Bosello ve Zamboni, 2000).

Adipokinler; lipid ve glukoz metabolizması, immün yanıt, yangı, hematopoietik fonksiyon vb. gibi birçok fizyolojik ve biyolojik süreçte önemli rolü olan viseral yağdan salgılanan bir grup küçük peptittir (Ouchi ve ark. 2011; Cao, 2014). Beyaz yağ dokusu ve iskelet kası tarafından salgılanan yeni tanımlanmış bir adipokin olan Subfatin'in (Li ve ark., 2014; Zheng ve ark., 2016), PPAR- γ sinyal yolunun yukarı regülasyonu yoluyla insülin duyarlılığını arttırdığı gösterilmiştir (Li ve ark. 2014). Zheng ve ark. (2016) farelerde yüksek yağlı diyetin, yağ dokularındaki subfatin ekspresyonunu arttırdığını ve insüline dirençli faktörlere karşı koruduğunu bildirmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda, obeziteye bağlı T2DM hastalarında dolaşımdaki subfatin seviyesinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Pellitero ve ark. 2018; Du ve ark. 2020). Fadaei ve ark. (2020), T2DM'de

düşük serum subfatin seviyesinin, vasküler adezyon moleküllerinin yüksek ekspresyonu ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Tip2 DM’de subfatin düzeyi ile ilgili çelişkili sonuçlar ortaya koyan araştırmalarda (Chung ve ark., 2018; Wang ve ark., 2019), T2DM’li hastalarda dolaşımdaki subfatin düzeyinin sağlıklı olanlarla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Subfatin’in etki mekanizmaları tam olarak anlaşılmamıştır. Hayvan modellerinde subfatin, yağ dokusunda makrofaj aktivasyonunu, İnterlökün 4 (IL-4) ve katekolamin ekspresyonunu uyarabilir ayrıca beyaz yağ dokusunda termojenik ve anti-inflamatuar genlerin ekspresyonunu teşvik edebilir (Rao ve ark. 2014).

Gestasyonel diyabetes mellitus (GDM), gebelikte artan maternal yağ dokusu ve plasental hormonların anti-insülin etkilerine bağlı olarak insülin direncinin gelişmesi ile karakterize bir bozukluktur (Sandovici ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda enerji düzenlemesinde yer alan adipokinler ile GDM arasında bir bağlantı olduğu öne sürülmüştür (Al-Badri ve ark., 2015; Görkem ve ark., 2016). Yavuzkir ve ark. (2020) GDM’li biraylerde subfatin ve spexin düzeylerinin arttığını göstermekte ve bu hormonların GDM’nin tanı ve tedavisi için potansiyel biyobelirteçler olabileceğini öne sürmektedir.

Polikistik over sendromu (PKOS), adet düzensizliği görülen üreme çağındaki kadınlarda yaygın bir endokrin bozukluktur (Witchel ve ark. 2019). Periferik insülin direnci ve bunun sonucunda ortaya çıkan kompansatuar hiperinsülinemisinin PKOS etyopatogenezinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir. (Rojas ve ark. 2014). İnsülin duyarlılığı ile ilişkili bir adipokin olan Subfatin’in de PKOS etyopatogenezinde rol oynayabileceği belirtilmiştir (Dadmanesh ve ark. 2018). PKOS gibi insülin direncinin bir arada olabileceği T2DM ve obezite çalışmalarında subfatin ile ilgili sonuçların tutarlı olmadığı görülmektedir (Li ve ark. 2014; Lee ve ark. 2018; Pellitero ve ark. 2018; AlKhairi ve ark. 2019; Wang ve ark., 2019). Deniz ve ark. (2021), PCOS’ta düşük olan subfatin düzeylerinin, bu hastalığın etiolojisinde potansiyel bir risk faktörü olduğunu öne sürmüştür.

5. Sonuç ve Öneriler

Subfatin, iskelet kası ve adipositlerde egzersiz ve soğuk stimülasyon ile indüklenen, biyoinformatik tekniklerle tanımlanmış yeni bir adipokinlerdir. Yapılan çalışmalarda beyaz yağ dokusunun esmerleşmesini sağladığı, yağ dokusunun termojenezini arttırdığı bildirilmiştir. Subfatin düzeyi ile T2DM ve KAH arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar arasında çelişkiler bulunmaktadır. Metabolik sendrom için terapötik bir hedef olma potansiyeline sahip olduğu düşünülen bu adipokinin hastalıklarla ilgili rolünün aydınlatılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Al-Badri, M. R., Zantout, M. S., & Azar, S. T. (2015). The role of adipokines in gestational diabetes mellitus. *Therapeutic advances in endocrinology and metabolism*, 6(3), 103-108.
- AlKhairi, I., Cherian, P., Abu-Farha, M., Madhoun, A. A., Nizam, R., Melhem, M., ... & Abubaker, J. (2019). Increased expression of meteorin-like hormone in type 2 diabetes and obesity and its association with irisin. *Ce- ls*, 8(10), 1283.
- Blüher, M. (2014). Adipokines—removing road blocks to obesity and diabetes therapy. *Molecular metabolism*, 3(3), 230-240.
- Brigger, D., Riether, C., van Brummelen, R., Mosher, K. I., Shiu, A., Ding, Z., ... & Eggel, A. (2020). Eosinophils regulate adipose tissue inflammation and sustain physical and immunological fitness in old age. *Nature metabolism*, 2(8), 688-702.
- Cao, H. (2014). Adipocytokines in obesity and metabolic disease. *Journal of en- docrinology*, 220(2), T47-T59.
- Chung, H. S., Hwang, S. Y., Choi, J. H., Lee, H. J., Kim, N. H., Yoo, H. J., ... & Choi, K. M. (2018). Implications of circulating Meteorin-like (Metrl) le- vel in human subjects with type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 136, 100-107.
- Dadmanesh, M., Aghajani, H., Fadaei, R., & Ghorban, K. (2018). Lower serum levels of Meteorin-like/Subfatin in patients with coronary artery disease and type 2 diabetes mellitus are negatively associated with insulin resis- tance and inflammatory cytokines. *PloS one*, 13(9), e0204180.
- Deniz, R., Yavuzkir, S., Ugur, K., Ustebay, D. U., Baykus, Y., Ustebay, S., & Ay- din, S. (2021). Subfatin and asprosin, two new metabolic players of pol- ycystic ovary syndrome. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 41(2), 279-284.
- Du, Y., Ye, X., Lu, A., Zhao, D., Liu, J., Cheng, J., & Yang, T. (2020). Inverse re- lationship between serum Metrl levels and visceral fat obesity (VFO) in patients with type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 161, 108068.
- Erion, K. A., & Corkey, B. E. (2017). Hyperinsulinemia: a cause of obesity?. *Cur- rent obesity reports*, 6(2), 178-186.
- Fadaei, R., Dadmanesh, M., Moradi, N., Ahmadi, R., Shokoohi Nahrkhalaji, A., Aghajani, H., & Ghorban, K. (2020). Serum levels of subfatin in patients with type 2 diabetes mellitus and its association with vascular adhesion molecules. *Archives of physiology and biochemistry*, 126(4), 335-340.
- Fadaei, R., Moradi, N., Baratchian, M., Aghajani, H., Malek, M., Fazaeli, A. A., & Fallah, S. (2016). Association of C1q/TNF-related protein-3 (CTRP3)

- and CTRP13 serum levels with coronary artery disease in subjects with and without type 2 diabetes mellitus. *PloS one*, 11(12), e0168773.
- Freitas Lima, L. C., Braga, V. D. A., do Socorro de França Silva, M., Cruz, J. D. C., Sousa Santos, S. H., de Oliveira Monteiro, M. M., & Balarini, C. D. M. (2015). Adipokines, diabetes and atherosclerosis: an inflammatory association. *Frontiers in physiology*, 6, 304.
- Görkem, Ü., Küçükler, F. K., Toğrul, C., & Güngör, T. (2016). Are adipokines associated with gestational diabetes mellitus?. *Journal of the Turkish German Gynecological Association*, 17(4), 186.
- Han, L., Shen, W. J., Bittner, S., Kraemer, F. B., & Azhar, S. (2017). PPARs: regulators of metabolism and as therapeutic targets in cardiovascular disease. Part II: PPAR- β/δ and PPAR- γ . *Future cardiology*, 13(3), 279-296.
- Hill, J. O., Wyatt, H. R., & Peters, J. C. (2012). Energy balance and obesity. *Circulation*, 126(1), 126-132.
- Huang, S., Cao, L., Cheng, H., Li, D., Li, Y., & Wu, Z. (2021). The blooming intersection of subfatin and metabolic syndrome. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 22(3), 799-805.
- Izaola, O., de Luis, D., Sajoux, I., Domingo, J. C., & Vidal, M. (2015). Inflammation and obesity (lipoinflammation) *Nutr. Hosp*, 31, 2352-2358.
- Jørgensen, J. R., Fransson, A., Fjord-Larsen, L., Thompson, L. H., Houchins, J. P., Andrade, N., ... & Wahlberg, L. U. (2012). Cometin is a novel neurotrophic factor that promotes neurite outgrowth and neuroblast migration in vitro and supports survival of spiral ganglion neurons in vivo. *Experimental neurology*, 233(1), 172-181.
- Jung, T. W., Lee, S. H., Kim, H. C., Bang, J. S., Abd El-Aty, A. M., Hacımuftuoğlu, A., ... & Jeong, J. H. (2018). METRNL attenuates lipid-induced inflammation and insulin resistance via AMPK or PPAR δ -dependent pathways in skeletal muscle of mice. *Experimental & molecular medicine*, 50(9), 1-11.
- Jung, U. J., & Choi, M. S. (2014). Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *International journal of molecular sciences*, 15(4), 6184-6223.
- Lee, J. H., Kang, Y. E., Kim, J. M., Choung, S., Joung, K. H., Kim, H. J., & Ku, B. J. (2018). Serum Meteorin-like protein levels decreased in patients newly diagnosed with type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*, 135, 7-10.
- Lehnic, A. C., & Stanford, K. I. (2018). Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *Journal of Experimental Biology*, 221(Suppl_1), jeb161570.
- Li, Z. Y., Song, J., Zheng, S. L., Fan, M. B., Guan, Y. F., Qu, Y., ... & Miao, C. Y. (2015). Adipocyte Metrnl antagonizes insulin resistance through PPAR γ signaling. *Diabetes*, 64(12), 4011-4022.

- Li, Z. Y., Zheng, S. L., Wang, P., Xu, T. Y., Guan, Y. F., Zhang, Y. J., & Miao, C. Y. (2014). Subfatin is a novel adipokine and unlike Meteorin in adipose and brain expression. *CNS neuroscience & therapeutics*, 20(4), 344-354.
- Löffler, D., Landgraf, K., Rockstroh, D., Schwartz, J. T., Dunzendorfer, H., Kiess, W., & Körner, A. (2017). METRNL decreases during adipogenesis and inhibits adipocyte differentiation leading to adipocyte hypertrophy in humans. *International journal of obesity*, 41(1), 112-119.
- Lu, Z., Xu, K., Wang, X., Li, Y., & Li, M. (2020). Interleukin 39: a new member of interleukin 12 family. *Central-European Journal of Immunology*, 45(2), 214.
- Miao, Z. W., Hu, W. J., Li, Z. Y., & Miao, C. Y. (2020). Involvement of the secreted protein Metrnl in human diseases. *Acta Pharmacologica Sinica*, 41(12), 1525-1530.
- Miao, C. Y. (2011). Introduction: Adipokines and cardiovascular disease. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 38(12), 860-863.
- Moussa, K., Gurung, P., Adams-Huet, B., Devaraj, S., & Jialal, I. (2019). Increased eosinophils in adipose tissue of metabolic syndrome. *Journal of diabetes and its complications*, 33(8), 535-538.
- Ohashi, K., Shibata, R., Murohara, T., & Ouchi, N. (2014). Role of anti-inflammatory adipokines in obesity-related diseases. *Trends in endocrinology & metabolism*, 25(7), 348-355.
- Onalan, E., Cavlı, C., Dogan, Y., Onalan, E., Gozel, N., Buran, I., ... & Donder, E. (2020). Low serum levels of meteorin-like/subfatin: an indicator of diabetes mellitus and insulin resistance?. *Endokrynologia polska*, 71(5), 397-403.
- Ouchi, N., Parker, J. L., Lugus, J. J., & Walsh, K. (2011). Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nature reviews immunology*, 11(2), 85-97.
- Pellitero, S., Piquer-Garcia, I., Ferrer-Curriu, G., Puig, R., Martínez, E., Moreno, P., ... & Sánchez-Infantes, D. (2018). Opposite changes in meteorin-like and oncostatin m levels are associated with metabolic improvements after bariatric surgery. *International journal of obesity*, 42(4), 919-922.
- Rabe, K., Lehrke, M., Parhofer, K. G., & Broedl, U. C. (2008). Adipokines and insulin resistance. *Molecular medicine*, 14(11), 741-751.
- Rao, R. R., Long, J. Z., White, J. P., Svensson, K. J., Lou, J., Lokurkar, I., ... & Spiegelman, B. M. (2014). Meteorin-like is a hormone that regulates immune-adipose interactions to increase beige fat thermogenesis. *Cell*, 157(6), 1279-1291.
- Rojas, J., Chávez, M., Olivar, L., Rojas, M., Morillo, J., Mejías, J., ... & Bermúdez, V. (2014). Polycystic ovary syndrome, insulin resistance, and obesity: navigating the pathophysiological labyrinth. *International journal of reproductive medicine*, 2014.

- Saghebjo, M., Einaloo, A., Mogharnasi, M., & Ahmadabadi, F. (2018). The response of meteorin-like hormone and interleukin-4 in overweight women during exercise in temperate, warm and cold water. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 36(3).
- Sandovici, I., Hoelle, K., Angiolini, E., & Constância, M. (2012). Placental adaptations to the maternal–fetal environment: implications for fetal growth and developmental programming. *Reproductive biomedicine online*, 25(1), 68-89.
- Seghrouchni, I., Draï, J., Bannier, E., Rivière, J., Calmard, P., Garcia, I., ... & Revol, A. (2002). Oxidative stress parameters in type I, type II and insulin-treated type 2 diabetes mellitus; insulin treatment efficiency. *Clinica Chimica Acta*, 321(1-2), 89-96.
- Sobiech, B. H., Kassem, D. H., Zakaria, Z. M., & El-Mesallamy, H. O. (2021). Potential emerging roles of the novel adipokines adipolin/CTRP12 and meteorin-like/METRNL in obesity-osteoarthritis interplay. *Cytokine*, 138, 155368.
- Tyagi, S., Gupta, P., Saini, A. S., Kaushal, C., & Sharma, S. (2011). The peroxisome proliferator-activated receptor: A family of nuclear receptors role in various diseases. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 2(4), 236.
- Ushach, I., Burkhardt, A. M., Martinez, C., Hevezi, P. A., Gerber, P. A., Buhren, B. A., ... & Zlotnik, A. (2015). METEORIN-LIKE is a cytokine associated with barrier tissues and alternatively activated macrophages. *Clinical immunology*, 156(2), 119-127.
- Wang, K., Li, F., Wang, C., Deng, Y., Cao, Z., Cui, Y., ... & Sun, Y. (2019). Serum levels of meteorin-like (Metrnl) are increased in patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus and are associated with insulin resistance. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 25, 2337.
- Wen, D., Xiao, Y., Vecchi, M. M., Gong, B. J., Dolnikova, J., & Pepinsky, R. B. (2017). Determination of the Disulfide Structure of Murine Meteorin, a Neurotrophic Factor, by LC–MS and Electron Transfer Dissociation-High-Energy Collisional Dissociation Analysis of Proteolytic Fragments. *Analytical chemistry*, 89(7), 4021-4030.
- Widmann, M., Nieß, A. M., & Munz, B. (2019). Physical exercise and epigenetic modifications in skeletal muscle. *Sports Medicine*, 49(4), 509-523.
- Witchel, S. F., Oberfield, S. E., & Peña, A. S. (2019). Polycystic ovary syndrome: pathophysiology, presentation, and treatment with emphasis on adolescent girls. *Journal of the Endocrine Society*, 3(8), 1545-1573.
- Wu, D., Molofsky, A. B., Liang, H. E., Ricardo-Gonzalez, R. R., Jouihan, H. A., Bando, J. K., ... & Locksley, R. M. (2011). Eosinophils sustain adipose

alternatively activated macrophages associated with glucose homeostasis. *Science*, 332(6026), 243-247.

Yavuzkir, S., Ugur, K., Deniz, R., Ustebay, D. U., Mirzaoglu, M., Yardim, M., ... & Aydin, S. (2020). Maternal and umbilical cord blood subfatin and spexin levels in patients with gestational diabetes mellitus. *Peptides*, 126, 170277.

Zheng, S. L., Li, Z. Y., Song, J., Liu, J. M., & Miao, C. Y. (2016). Metrnl: a secreted protein with new emerging functions. *Acta pharmacologica sinica*, 37(5), 571-579.

Bölüm 20

COVID 19 PANDEMİSİ'NDE HEMŞİRELİK VE ETİK

Nevin UTKUALP¹

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü
Doğum ve Kadın, Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı ORCID ID: 0000-0003-0795-9372

GİRİŞ

Koronavirüsler ilk olarak 1960’larda keşfedilmişlerdir ve günümüzde koronavirüslerin insanlardan insanlara (HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63 ve HKU1-CoV) ve hayvanlardan insanlara (SARS-CoV, MERS-CoV ve SARS-CoV-2) bulaşarak, soğuk algınlığından ağır hastalık tablosuna kadar çeşitli düzeylerde hastalıklara neden olan türlerinin olduğu bilinmektedir (Kurnaz ve Karaçam, 2021; Demirağ ve Hintistan, 2020). Covid 19 ise ilk defa 31 Aralık 2019 yılında Çin’in Wuhan şehrinde tanımlanmış, insanlarda veya hayvanlarda hastalığa neden olabilen zoonotik bir RNA virüsü olduğu ortaya konmuştur (Demirağ ve Hintistan, 2020). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Çin’in Wuhan şehrinde etiolojisi bilinmeyen pnömoni vakalarının olduğunu, 7 Ocak 2020’de etkenin insanlarda ilk kez tespit edildiğini duyurmuştur. Salgının Dünya genelinde hızla bir şekilde yayılması ve vaka sayılarının artması nedeniyle Covid 19, 11 Mart 2020’de DSÖ tarafından pandemi olarak ilan edilmiştir (Kurnaz ve Karaçam, 2021). Güncel verilere göre (17.12.2021, Worldometers, 2021) Covid 19 pandemisi, toplam 222 ülke ve bölgeyi etkilemiş, yaklaşık 273,5 milyon kişi Covid 19 virüsünden etkilenmiş ve yaklaşık 5,5 milyon kişi yaşamını yitirmiş. Türkiye’de ise, Sağlık Bakanlığı tarafından 13.03.2020 tarihinde ilk Covid 19 vakası bildirilmiştir (Kurnaz ve Karaçam, 2021). Türkiye’de 17.12.2021 tarihine kadar toplam 9,118,424 vakanın tespit edildiği ve 79,863 kişinin yaşamını kaybettiği rapor edilmiştir (17.12.2021, Worldometers, 2021). Covid 19 enfeksiyonu yüksek bulaş hızı, solunum yetmezliği gibi ağır semptomlara neden olması nedeniyle önemli sağlık sorunlarından biridir ve Dünya genelinde hızla yayılmaya devam etmekte, mortalite ve morbidite oranları artmaya devam etmektedir (Şenol Çelik ve ark., 2020; Demirağ ve Hintistan, 2020).

Küresel bir salgın olan Covid-19 nedeni ile ülkeler tıbbi, mesleki, yasal, sosyal, politik, ekonomik, etik ve ahlâki birçok soruna maruz kalmıştır (Korkmaz ve Korkut, 2021; Boydak 2020). Covid 19 pandemisinin önlenmesi ve kontrolünün sağlanmasında, sağlık ekibinin işbirlikçi bir yaklaşıma gereksinimi vardır. Hasta ile en çok temas eden hemşireler, bakım ve tedavi alan hastaların bakımında ve enfeksiyonun önlenmesinde önemli derecede rol almışlar ve almaya devam etmektedirler (Demirağ ve Hintistan, 2020). Covid 19 pandemisi tüm sağlık çalışanlarında olduğu gibi hemşireleri de *fiziksel* (solunum güçlüğü, tat-koku kaybı, öksürük, yüksek ateş, yorgunluk vb.), *psiko-sosyal* olarak etkilemiş (katı biyogüvenlik önlemleri alma gereksinimi, koruyucu ekipmanın kullanımında zorlanma, Covid 19 enfeksiyonu bulaşma ve yakınlarına bulaştırma korkusu, hastalık nedeniyle aile üyelerinden ayrılma endişesi, Covid 19 virüsü nedeni ile damgalama korkusu, resmi izinlerin iptal edilmesi vb) ve bir takım *mesleki* (yoğun çalışma temposu, koruyucu ekipmanlarla çalışmada zorlanma, aile

ve sosyal destek kaynaklarından uzak olma, hastalık bulaş riski, bakım verilen hastaların ve ekip arkadaşlarının kaybına tanık olma vb) zorluklara neden olmuştur (Kurnaz ve Karaçam, 2021; Hiçdurmaz ve Üzar Özçetin, 2020). Ayrıca hemşireler Covid 19 pandemi döneminde karmaşık ve güç teşhis, tedavi ve bakım süreçlerinde, hasta ve yakınları ile iletişimde, çalışma ortamında hasta ve kendisinin güvenliğini sağlamada, kaynakları kullanırken, acil kararlar verirken, hasta ve sağlam bireylere danışmanlık ve eğitim verirken ve çalıştığı kurumun prosedürlerini sürdürürken etik ikilemler yaşamışlardır (Esin ve ark., 2021). Bu bölümde Covid 19 pandemi döneminde hemşirelerin yaşadıkları etik ikilemler Tük Hemşireler Derneği'nin etik ilkeleri (THD, 2013) doğrultusunda incelenmiştir.

2-Hemşirelikte Etik İlkeler

2.1.Zarar Vermeme-Yararlılık İlkesi

Yarar sağlama iyiyi yapma doğru ve yerinde / yanlış olmayan eylemlerin gerçekleştirilmesidir, zarar vermemek için önemlidir(Palloş,2021). Yarar sağlama ilkesi, sağlık uygulamaları sırasında hastaya, her şeyin üstünde ve öncelikle yararlı olmayı öngören bir ilke olarak tanımlanabilir. Bireyin bir başkasına mutlak yararlı olması gerektiğini vurgulayan bu ilke; zararın engellenmesi, zararın ortadan kaldırılması ve iyiliğin artırılması gibi üç ögeyi kapsamına alır. Zarar vermemek ise başkalarına zarar verilmemesi gerektiğini ifade eden ahlaksal bir eylemdir ve zarar vermemek, aynı zamanda, tüm insanlık için geçerli bir değerdir. Sağlıklı / hasta bireye zarar vermek bir eylemle olabileceği gibi bir ihmal sonucu da ortaya çıkabilir. Zarar vermeme ilkesi yalnızca hemşirenin hastaya doğrudan uyguladığı girişimleri değil, aynı zamanda sağlık bakım ortamından kaynaklanan zararlardan da korumayı içerir (Acaroğlu, 2021).

Covid-19 pandemisinde, sağlık hizmetinin dağıtımında temel amaç, en çok sayıda hastaya, beklenebilecek en büyük iyiliğin/yararın temin edilmesidir. Herhangi bir sağlık krizinde veya acil durumda, hemşireler her zaman hastaları için en iyi bakım hedeflerine ulaşmaya öncelik verirler. Ancak, Covid-19 ile hemşirelerden hasta seçimi yapmaları ve bu yönde bakım alacak grupları belirlemeleri istenmiştir (Palandöken, 2020). Bu doğrultuda hemşireler bireylerine yararlı olmak amacıyla yaptıkları seçimlerde diğerlerinin zarar görmemesini de gözetlemek durumundadır. . Bu gibi durumlarda yarar/zarar dengesinin açıkça yarar tarafına daha yüksek olmasına dikkat edilmesi gereklidir.

Salgınla mücadelede hastalığın tanısı, tedavisi, korunma yolları, aşılar konusunda bilimsel araştırmaların yürütülmesi çok kıymetlidir (Tingle 1990). Pandemi, doğal afet ve benzeri gibi olağanüstü durumlarda bu çalışmaların önünü açmak ve hızlandırmak önemli bir gereksinim ve toplum sağlığı açısından bir gereklilik olmakla birlikte, bu çalışmalar yürütülürken

de etik kurallara dikkat edilmelidir. Covid 19 aşısı ve tedavisi araştırmalarının yürütülmesinde yüksek topluma üstün fayda sağlama, araştırmaya katılanların sağlıklarının korunması, yarar-zarar dengesinin iyi yapılması esastır. Bu çalışmalara katılan gönüllülerin adil biçimde, genç, sağlıklı, erişkin ve yeterlik sahibi sağlıklı gönüllülerle araştırma yürütülmelidir. (Ülman, 2020).

Pandemi döneminde sağlık bakım sisteminde toplumsal yararı öncelmiş ve böylelikle çok sayıda hastaya beklenebilecek en büyük yararın sağlanmayı hedeflemiştir. Bu etik ilkesi çerçevesinde pandemi sürecinde verilen bakımda, hastaya tedavi yönetiminin çok gecikmeden başlanması, yakınlarının karantinaya alınması hasta yararı için yapılan uygulamalardan bazılarıdır (Karasu ve Öztürk,2020) .

2.1.1.Hemşireler açısından

Hemşireler salgındaki mevcut koşullar doğrultusunda hasta yararını en üst düzeyde tutmaya özen göstermekle birlikte aynı zamanda kendi sağlıklarını da korumak zorundadırlar.Çalışma koşullarında iş güvenliği ile ilgili yükümlülüğü Amerikan Hemşireler Birliği Etik Kodlarında hemşirelerin kendi sağlık ve iş güvenliklerini geliştirmekle yükümlü olduklarını da bildirmiştir. Yetersiz ya da kalitesiz kişisel koruyucu donanım olmadan göreve başlayan sağlık çalışanlarının, sadece kendilerine değil, ailelerine ve diğer hastalara da enfeksiyonu bulaştırma riski yüksektir. (Ülman,2020)

Salgınla mücadelede toplum sağlığı ve yararı için alınan karantina ve izolasyon önlemlerine karşın hemşirelerin özverili bir şekilde çalışması beklenmektedir (Palandöken E).

Esin ve ark. yapmış çalışmasında hemşirenin, hastaya her şeyin üzerinde yarar sağlamayı öngörür iken hemşirenin kendisi açısından aile bireylerine ya da çevrelerine hastalık bulaştırma korkusu, aile bireylerinden ayrı kalma korkusu gibi duyguları yoğun olarak yaşadıkları belirlenmiştir.

Bir hemşirenin pandemi sırasında gerekli tıbbi müdahaleleri uygulamaya uygunluğu sağlamak için eğitimlerin verilmesi, uygulamalarında Covid 19 ile ilgili hazırlanan rehberlerin kullanılması konusunda hazırlanması ve duyurulması gerekmektedir (Erdemir,2011). Büken NÖ)

2.2 Özerklik ilkesi

Hastanın özerkliğine saygı ilkesi etik açıdan hastanın yararı için yapılacak olan uygulamalar konusunda bilgilendirme sonrası kabul ya da reddetme hakkının olmasıdır (Palloş 2021). Bu ilkede tedavisi ve müdahalelerle ilgili karar verme ve tercihlerine saygı duymak ile ilgilidir. Hastanın özerkliği, hastanın bilgilendirilmiş ve gönüllü olmakla ilişkilidir. Hastanın kendi inanç ve değerleri doğrultusunda karar verebilmesi , hasta-

nın bireysel haklarına saygı göstermek ile birlikte onun kararı klinik karar kadar önemli olduğunu kabul edilmelidir(Tosun,2005).

Hastaya yapılacak herhangi bir tıbbi uygulama ve bakım yasal ve etik açılardan yalnızca birey kabul ettiğinde gerçekleştirilebilmektedir.

Özellikle Covid 19 salgınında gibi hızla bulaşan ve mortalite oranı yüksek olan hastalıklarda, hastayı doğru bilgilendirmek ve hastanın doğru karar vermesini sağlamak önemlidir (Baykara ve Eyüboğlu 2020;Çelebi 2020).

Bireylerin kendi seçimlerin yapabilmeleri için gerekli yeterlilikte (ruh sağlığı, 18 yaşını doldurmuş olması, bilinci açık olması) olması beklenmektedir. (Farsides, 2002). Bu bağlamda öncelikle sağlık hizmeti alan bireylerin sağlık çalışanlarından gerekli olan bilgileri almaları ve bilgilendirilmeden anladıktan sonra tıbbi müdahale için yeterli zaman verildikten sonra kararına göre yapılması gerekmektedir.(Tokaç 2019).

Küresel salgının doğası gereği, koşullar ve yeni uygulamalar göz önünde özerkliklik ilkesi ele alınabilmektedir. Dolayısıyla etik ilkeler bu koşullar altında uluslararası rehberler (Bulaşıcı Hastalık Salgınlarında Etik Konuların Yönetimi İçin DSÖ Rehberi, 2016) ve raporları (IBC'nin Faydaların Paylaşılması İlkesi Raporu, 2015) ele alınarak değerlendirilmelidir. Bu durumda “ özerkliklik ilkesi” de sağlığı tehdit eden ve acil bir durum olan Covid 19 salgının koşullarına adapte edilmelidir. Sonuç olarak alınan kararlar da etik açıdan savunabilir olduğu kabul edilmelidir.

2.2.1.Hastanın Bilgilendirilmesi

Pandemi döneminde hastanın, uygulanan tedavi ve bakımı konusunda bilgilendirilmesi ve aydınlatılması önemlidir. Her türlü tıbbi girişim için hukuki ve etik açıdan, kişinin özerklikliğine saygı ilkesi ve sağlık çalışanının görev ve sorumluluğunun gereği olarak, bilgilendirilmiş rıza alınması gerektiği anlaşılmaktadır. (Korkmaz ve Korkut,2020)

Bu çerçeveden baktığımızda ki hemşirenin sorumluluğu, hastanın tedavi yönetimi konusunda yeterince bilgilendirilip bilgilendirmediği konusunda değerlendirme yapmaktır. Bu hususta herhangi bir eksiklik tespit edildiğinde, eksikliğin giderilmesi için hemşire gerekli girişimleri planlamalı ve harekete geçmeli (Çobanoğlu,2009).

Pandemi döneminde “özerklikliğe saygı “ilkesi çerçevesinde bu dönemde en fazla karşılaşılan sorunlar şunlardır:

- Hastanın tedaviyi red etmesi(hastaneden kaçmak istemesi)
- Hastanın sınırladılması (yakınları ile görüşmemesi)
- Damgalanmasıdır(hastanın stigmaya neden olmasıdır)

Hemşire sağlık hizmeti sunar iken ” hasta yararını “gözeterek bulaşı önlemek, hastalığı ve ölümleri azaltmak amacıyla yapmış olduğu uygulamalarda “özerkliliğe saygı”mecburen zaman zaman zedelenmek zorunda kalmaktadır(Boydak,2020).

2.2.2.Hemşireler Açısından

Günümüzde devam eden ve içinde bulunduğumuz pandemi sürecinde, sağlık hizmeti sunumunda birtakım problemler ortaya çıkarmakta ve bu problemler meslek üyelerinin çalışma şartlarını etkilemektedir. Pandemi başladığında farklı kliniklerde çalışan hemşireler covid kliniklerine veya covid yoğun bakım kliniklerine çekilmek zorunda kaldılar. Salgın sürecinin ilerlemesi ile birlikte hemşirelerin iş yükleri ve sorumluluklarının artması ise birlikte yorgunluk, yıpranma ve stres yaşamalarına neden olmuştur (Esin ve ark., 2021). Yukarıda belirtilen noktalar doğrultusunda hemşirenin kendi birimi dışında hizmet vermeye zorlanmaları hemşirenin mesleki alanda özerkliliği olumsuz olarak etkilendiği bir durumdur(Baykara ve Eyüboğlu,2020).

2.3.Adaletli Olma İlkesi

Bu ilkeyi yaşama geçirebilmek için bireye tıbbi tedaviye erişme ve tedavi görme konusunda eşit ve adil imkana sahip olması gerekmektedir.

Adalet: Adalet kavramının temelinde, fırsat ve gelir eşitliği vardır. Kısıtlı kaynakların insan haklarına saygılı ve etik ilkeler doğrultusunda kaynakların da dağıtımının sağlanmasıdır (Gillon, 1994; Lawrence, 2007). Bu bağlamda pandemide en fazla ihmal edilen ilke adalet ilkesi olmuştur. Bu ilkede sınırlı kaynaklar: insan gücü (personel sayısı, zaman) ve malzeme kısıtlılığı (ventilatör kullanımı, yoğun bakım yatağı vs.).Bu kaynakların sağlık hizmeti sunumunda gerekli hastaya ve gereksinim olanı sağlamak konusunda sorunlar yaşanmıştır. Ayrıca adalet ilkesi, tedavi ve bakım sürecinde sadece benzer olması değil, bireylerin belirli gereksinimlerine uygun gerekli olduğunda farklı tedavi ve bakıma da ulaşabilme olanağı içermektedir. Pandemiadaki uygulama pratiğinde ise sorun, sağlık hizmetlerindeki sınırlı kaynakların doğru bir şekilde paylaştırabilmesidir (Kılıçel ve ark., 2020).

Ülkemizde vaka artış hızı olduğunda sağlık kurumlarındaki yoğun bakım yatakları yetersiz hale gelecektir. Bu durumda” hasta gereksinimi” olduğu halde gerekli sağlık hizmetine ulaşamayacaktır. Bu durumda “adalet ilkesi “ de zedelenecektir.

2.3.1.Hemşireler açısından

Salgın sürecinde çalışma ortamında hemşirelerin ekipman eksikliği yaşadıklarını ve “ kısıtlı kaynakların dağıtımı” konusunda sorun yaşadık-

ları tespit edilmiştir. Hemşireler, sağlık kurumlarına gelen N95 maskelerin sayısının yeterli olmadığını ve kişisel koruyucu donanımların eşit dağıtılmaması sonucunda kendi güvenlikleri ile ilgili kaygı ve endişe yaşamışlardır. Ayrıca hemşirelerin, çalışma ortamların yüksek riskli olması ve fiziksel alan yetersizliğinden kaynaklı sosyal mesafeyi korumak konusunda zorluk yaşamışlardır. (Esin ve ark,2021).Palandöken'nin çalışmasında aynı kurumda sağlık personelleri arasında kişisel koruyucu donanımların arasında eşit dağılımının olmadığını, hekimlere fazla sayıda gönderildiğini örneği ile “adalet ilkesi”ne ihlali konusu vurgulanmıştır. (Palandöken,2020)

2.4.Mahremiyet ve Sır Saklama İlkesi

Hemşirenin hastasının sağlıkla ilgili bilgilerine gizliliğine saygı göstermesi son derece önemlidir. Bu bilgilerin kullanımı konusunda hassasiyet gerektirmektedir. Aynı zamanda hemşire hastanın rızası almadan bakımı başlamanması önemlidir. Gizlilik ilkesi doğrultusunda da hastanın sırları kişinin izni olmaksızın başkasına açıklanmamalıdır. Bu konu ile ilgili yasal düzenlemeler ise Hasta Hakları Yönetmeliği'nin . Madde 23'üncü maddesinde,“hastanın sağlık verilerinin gizliliği” ifadesi ile ele alınmıştır. COVID 19 sürecinde hastanın bilgileri “sır saklama ilkesi” kapsamında korunmalıdır. Pandemi sürecinde tanı konulan hastaların damgalanma ihtimali bulunmaktadır(Korkmaz ve Korkut, 2021). Bu süreçte damgalanma algısı, hastaların iyilik haline ulaşmalarında tıpkı “damgalama” gibi önemli bir engel oluşturmaktadır. Dünya ‘da ve ülkemizde hızla yayılan koronavirüslerden kaynaklanan Covid 19 bulaşıcı hastalığı tanısı alan hastalar aynı zamanda “damgalanmaktan “korkabilirler. Bu durumda hemşire tarafından yürütülen iletişim ve eğitim girişimi “damgalamayı” azaltabilir (Torill ve ark., 2021).

2.4.1. Hemşireler açısından

Hemşireler salgın sürecinde hastaların bakımı ve tedavisi süreçlerinde gözlem yoluyla ya da bilimsel araştırmalarla elde edilen bilgiler korunabilmelidir. Ancak bu bilgiler, Covid 19 ile mücadelede birey,aile ve toplum yararına olduğunda paylaşılmalıdır (Ülman,2020).

3-Hemşirelikte Hasta Savunuculuk Rolü

Hemşirenin “savunuculuk” rolü hastaya sağlık bakım hizmetini bakımın temel prensipleri sunması beklenmektedir. Savunuculuk rolü, hastanın sorunlarını ele almayı, hastanın sağlık çalışanlarından kendi durumu ile bilgi alması ve zaman ayrılması konusunda uyarıda bulunmayı öğretmeyi gerektirir. Hemşire hastasına bakım verme görevini yerine getirirken, hasta için güvenli bir çevre sağlama, etik ilkeler doğrultusunda hastanın bakımını ve tedavisini yürütme, hasta haklarını arama konusunda yardım etme, hastayı bilgilendirme, karar vermesine yardımcı olma, koruma işlev-

leri bulunmaktadır (Utkualp , 2015). Ayrıca hemşire bireyin yasal haklarını koruma ve gerektiğinde hakkını aramasına yardım etme, hastayı bilgilendirme, karar vermesine yardımcı olma, gerektiğinde sözcülük yapma, koruma işlevleri vardır. Hemşire; bakım verdiği hastanın kültürü, değerleri, gelen ve görenekleri, duyguları, kaygıları ve korkuları a sahip oldukları unutulmamalıdır. Sağlık bakım hizmetlerinin sunumunda hastanın bakım sürecine dahil edilmesi, bakım ile ilgili saygı duyulması ve bütüncülük ilkelerinden uzaklaşmaması gerekmektedir. Bu nedenle hemşirelerin hastanın hakları karşısında etik davranışları göstermeleri ve hastalarını savunmaları önemsenmektedir. (Karadağlı, 2016).

3.1.Covid 19 da Hasta Savunuculuğu

Pandemi sürecinde hemşirelerin bakım verdikleri hasta grubu genelde örselenebilir, incinebilir ve yıpratılabilir özelliği taşıyan bir gruptur. Hemşire bu süreçte hastanın bakım gereksinimlerini karşılamakta da kilit rol oynamaktadır. Covid 19 tanısını alan her hastanın, gereksinimleri belirlenip hemşirelik bakım alma hakkı vardır (Ünal ve Özdemir, 2020). Ancak hastalığın doğası gereği her bireyde farklı seyir etmekte ve farklı semptomlar göstermektedir. Bu kapsamda hemşirenin hastaya verdiği bakım bireyselleştirilmiş, holistik ve aynı zamanda bütüncül olmalıdır. Bu anlamda hemşirenin Covid 19 ile ilgili rehberleri takip etmesi önemlidir. Bu rehberlerde Covid 19 tanısı alan hastaların sağlık, acil, klinik yoğun bakım gibi birimlerde hemşirelik bakımına özgü dikkat edilmesi gerekenler bulunmaktadır.

4.COVID 19’da HEMŞİRELERİN YAŞADIKLARI ETİK SORUNLAR

Günümüzde içinde bulunduğumuz pandemi koşullarında, sağlık hizmeti sunumunda “hemşireler “en sağlık ekibinin en büyük işgücüdür (World Health Organization, 2020). Literatür incelendiğinde hemşirelerin Covid 19 pandemisinde hastalara sağlık hizmeti verir iken birçok etik ikilem yaşadığı görülmektedir. Hemşire sağlık hizmeti sunar iken hastaya öncelikle yarar sağlamaya çalışır iken kendine, meslektaşlarına ve ailesine zarar vermeme hususunda etik ikilem yaşamıştır (Demirbilek ve ark., 2020). Pandemi sürecinde hemşirelerin hasta seçimi yapmak zorunda kaldığı bildirilmektedir. Dolayısıyla bu durum hemşirelerin etik stres yaşamasına neden olmaktadır. Genel olarak; hasta haklarının ihlali, hasta ziyaretlerinin yasaklanması nedeniyle duygusal destek eksikliği ve kaynakların adil dağıtımına yönelik etik sorunlarla karşılaşıldığı görülmektedir. Derleme kapsamında COVID 19 pandemisinde hemşirelerin karşılaştığı etik sorunlar ele alınmıştır. Elde edilen bulgular küresel pandemide hemşirelerin etik ikilem ve etik sorunlar yaşadığını göstermektedir (Baykara ve Eyüboğlu, 2020).

Covid 19 pandemisini kontrol altına alamaya çalışır iken hemşireler diğer sağlık çalışanlarından farklı olarak on safhada yerlerini almışlardır. Ancak hemşirelerin ve diğer sağlık çalışanlarının bu ortamlardaki güvenliğinin sağlanması, genel sağlamlık ve iyilik hallerinin sürdürülmesinde bazı riskleri beraberinde getirmektedir.

Covid 19 pandemisine bağlı oluşan bu riskli ortam ve şartlarda hemşirelerin çalışması beklendiğinden ilgili durum bir etik stres kaynağı olmuştur. Hemşirelerin sağlık hizmeti sunumları sırasında yeterli bir şekilde iş güvenliklerinin sağlanmaması hastalara verecekleri bakım görevinin kapsamında profesyonel ve etik sorunlar ortaya çıkarabilmektedir. Bu etik sorunlar; “hemşirelerin, bakım verdikleri hastalarına, sağlık ekibinin diğer üyelerine ve ailelerine” çalışma ortamından dolayı bulaş riskinin yüksek olmasından dolayıdır. Hemşireler Covid 19 pandemisi nedeni ile sağlık hizmeti yürütürken birçok etik sorunlarla karşılaşmaktadırlar. Bu sorunlar çoğunlukla kurumsal olmakla birlikte hemşireler bireysel sorunlar da yaşayabilmektedirler. Hemşirelerin kurumsal kısıtlamaların (yıllık izin kullanamama, yoğun çalışma saatleri) etik sıkıntı yaşamalarına dolayısıyla sağlık bakım hizmetlerinde olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Pandemi sürecinin getirdiği sıkıntıların ve sorunların göz önüne alındığında sorunların çözümü için kurumsal politikaların, iletişim ve yaklaşımın etik iklim içinde yürütülmesi beklenmektedir (Çelebi 2020).

Ülkemizde konu ile ilgili yapılan Karasu ve Çapur’un yoğun bakım hemşirelerinde yapmış olduğu çalışmada özellikle “koruyucu ekipman içerisinde kendi gereksinimlerini zorluğu, bulaş riskinin, ailesine hastalık virüsünü bulaştırma korkusu, yaşadıkları çalışmada belirlenmiştir. Türk Hemşireler Derneği’nin Covid 19 tanılı hastalara bakım veren 520 hemşirenin katıldığı çalışmada; Covid 19 tanılı/şüpheli hastaya bakım verirken kendisini korumak için alması gereken önlemler konusunda bilgilendirilmede yetersizlik, kişisel koruyucu ekipman yetersizliği, çalışma saatleri, yıllık izin kullanamama gibi sorunlar hemşirelerin en fazla yaşadıkları güçlükler arasındadır (Karasu ve Öztürk,2020). Bu çalışma sonuçları doğrultusunda salgınlarda yöneticilerin ve idarecilerin sağlık bakım kurumlarının, hemşirelerin sorunları ve yaşadıkları güçlükler belirlenmelidir. Bu hususta zamanında yapılmayan desteklerin, hemşirelerin ileride yorgunluk, stres, kaygı ve tükenmişlik gibi olumsuz sorunları yaşama ihtimali olabileceği öngörülmektedir.

Türk Toraks Derneği’nin verilerine göre sağlık çalışanları toplumdan 46 kat daha fazla bir oranda Covid 19 hastalığına yakalanmaktadırlar. Sağlık ekibi içerisinde özellikle hemşirelerin hastalarla daha yakın temasta olmaları ve daha fazla zaman geçirmeleri hastalığa yakalanma riskini de arttırmaktadır. Ülkemizde hemşirelerin sosyal hayatta, markette, pazarda, apartmanda damgalama ve ayrımcılığa yönelik davranış örnekleri basına

yansımaktadır. Bu tür örneklerle karşı karşıya kalan hemşirelerde tükenmişlik daha sık görülmektedir (TTB, 2020; Hunter, 2020).

4.1.Hemşirenin Korunması

Sağlık kurumlarındaki yöneticilerin pandemi sürecinde, hemşirelerin sağlığı ve güvenliği korunması sağlanması, çalışma koşulları ve vardiyaların ayarlanması, izin haklarının düzenlenmesi gibi liderlik rolü üstlenmektedir.

Hemşirenin hastaları koruma görevi olduğu gibi kendini koruma görevi de vardır. Bu hemşirenin yaşamını idame ettirmesi için bireysel bir haktır, hem de işini sağlıklı bir ortamda icra etmek gibi sağlık hakkı söz konusudur. Bu kapsamda hemşirenin hem kendine hem hastalarına karşı sorumluluğudur gerekli koruyucu önlemler alınmadıkça hasta bakması söz konusu olamaz. Bu önlemler arasında hemşirelerin maske (N-95) , önlük, eldiven, gibi koruyucu ekipmanlar sağlanması, gerekli eğitimlerin verilmesi, uygun nöbet çizelgelerinin oluşturulması gibi birçok belirleyicinin sağlanması gerekmektedir. Bu uygulamaların tümü herhangi bir bedeli olmadan ve çalışana en az yük getirecek şekilde sağlanmalıdır. Pandemi- de korunmasız bir şekilde çalıştırılan sağlık çalışanının sebep olabileceği hastalıklar birçok sorunu da beraberinde getireceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda hemşirelerin korunabilmesi için “bilgi paylaşımına” ve “zamanında tedbir almaya” üstün değer verilmelidir(Kılıçel ve ark.2021)

Ülkemizde hemşirelerin çalışma ortamında Covid 19’dan maruz kaldıkları salgın hastalıktan dolayı sağlıklarının bozulması durumunda, ”meslek hastalığı” olarak kabul edilmesi tartışmaları sürmektedir (Ünal,Özdemir ve Kaçan 2020).Diğer taraftan birçok ülkede (İtalya, Almanya, Kore Cumhuriyeti, Portekizv.s) Covid 19 bir meslek hastalığı mı gibi ülkelerde sağlık çalışanlarının Covid 19’a yakalanmaları hâlinde bu durum meslek hastalığı olarak kabul edilip sigortadan gerekli desteklerin sağlanması öngörülmektedir (Kıraç ve ark., 2021).

4.2.Eğitim Ortamında Hemşirelik

Ülkemizde pandeminin başlaması ile akademisyenler ile meslek örgütleri işbirliği içerisinde hemşirelik bakımına özgü rehberler, konu ile ilgili bilgilendirme toplantıları ve webinarlar düzenlendi. Akademisyenler, hemşirelik eğitimini online eğitim/videolar simülasyon eğitimleri süreci yönettiler. Bu süreçte intörn öğrenciler de, klinik ortamda becerilerini pekiştirmek için klinik ortamda uygulama yaptılar.

Geçen yıl Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından "Uluslararası Hemşire ve Ebe Yılı" olarak belirlendi. Bu durum Covid 19 pandemisi sırasında hemşirelerin gösterdikleri fedakârca sağlık hizmetine daha fazla anlam kazandırmıştır. Ayrıca hemşirelik mesleğini daha değerli kılmıştır. Pande-

mi sürecinde hemşireler, hasta bakımını etik ilkeler doğrultusunda vermişlerdir (Baykara ve Eyüboğlu,2020). Ancak bu etik ilkeler doğrultusunda verilen bakım sırasında bazı zorluklarla karşılaşmışlardır.

SONUÇ

Hemşireler sağlık sağlık sistemine yön veren hemşireler toplumun bakım gereksinimlerini karşılanmasında anahtar rol oynamaktadır. Pandemi döneminde en ön safta mücadele eden hemşireler hastalarına insan onuruna yakışır ve bütüncül bakım verebilmek için özveri ile çalışmışlardır. Özellikle pandeminin yoğun olduğu zamanlarda birçok sorun ve etik ikilemlerle karşılaşmış olmalarına rağmen etik sınavından başarı ile geçmişlerdir. Dolayısıyla devam eden pandemi süreci hemşirelik mesleğini değerli kılmış ve önemini artırmıştır.

KAYNAKLAR

- 1-Acaroğlu R.ve ark. Hemşirelikte Etik.(<http://auzefkitap.istanbul.edu.tr> › hemşirelikteetik) erişim tarihi 15.12.2021.
- 2-Baykara ZG, Eyüboğlu G.(2020).Covid 19Pandemisinde Hemşirelik Bakımı ,Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi: Özel Sayı: 9-17.
- 3-Boydak AP (2020). Sağlık Çalışanlarının “COVID-19” Karşısında Hukuken Korunması .Türkiye Klinikleri J Med Ethics.28(3):415-20.
- 4 -Büken, N. Ö. (2020). Salgın ve etik. <https://www.birikimdergisi.com/guncel/9999/salgın-ve-etik> Erişim tarihi: 11.12.2021
- 5-Çelebi C. (2020). Covid 19Tanılı Hastalarda Hemşirelik Bakımı/ Nursing Care in Patients With Covid- Ege Klin Tıp Derg .58(1):35-40.
- 6- Çobanoğlu N(2009). Tıp etiğinden tıp hukukuna hasta hakları olarak aydınlatılmış onam. Sağlık Hukuku Digestası . Ankara Barosu Yayınları, Ankara,
- 7-Demirbilek Y, Pehlivan Türk G, Özgüler ZÖ, Alp Meşe E.(2020).COVID 19outbreak control, example of ministry of health of Turkey,Turkish J Med Sci,50(SI-1):489-494.
- 8- Demirağ, H. & Hintistan, S. (2020). COVID-19’un Klinik Yönetimi ve Hemşirelik. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 222-231.
- 9-Erdemir DA. (2011). *Tıpta Etik Ve Deontoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- 10-Esin MN, Dost A, Gulyenli N. (2021). Ethical problems encountered by nurses working in family health centers during the Covid 19 pandemic: a qualitative study. Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi 2021. Advance online publication. <https://doi.org/10.26650/JARHS2021-982400>
- 11-Farsides, C. (2002).Autonomy, Responsibility and Midwifery, The Healing Bond: The-Patient- Practitioner Relationship and Therapeutic Responsibility, Editors: Budd S and Sharma U, New York.
- 12-Karasu F. ,Öztürk Ç E. (2020).Koronavirus (Covid-19) vakaları artarken salgının ön safındaki bir yoğun bakım hemşiresi: "cephede duran kahramanlar",Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi,24(1):11-14.
- 13-Karadağlı, F. (2016). Profesyonel Hemşirelikte Etik. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Ensti-tüsü Dergisi, 6(3):197-200.
- 14-Kılınçel Ş, Tuncer Z, Kılınçel O, Aslan AE, Ay R , Erzin G, Çelikbaş Z, Akkaya Ç.(2020) . Effects of Coronavirus (COVID-19) Pandemic on Health Anxiety Levels of Healthcare Professionals, Journal of Contemporary Medicine,10(3):312-318.
- 15- Kırac S, Korkusuz AY, Nart S. (2021).COVID 19Salgını Sürecinde Hekimlerin Hukuki Durumunun Değerlendirilmesi ,Türkiye Klinikleri J Med Ethics. 29(2):290-301.

- 16-Korkmaz, E. & Korkut, S. (2021). COVID-19 Pandemisi ve Ahlaki Sıkıntı. *Türkiye Biyoetik Dergisi*, 8 (1),3-10.
- 17-Palloş, A. (2021). En sık karşılaşılan etik sorunlar. Ayla Ünsal (Ed.) *Hemşirelik Tarihi Deontoloji ve Etik* içinde (ss. 315-348). İstanbul: Akademi Basın ve Yayıncılık.
- 18-Tosun,H.(2005). Sağlık bakım uygulamalarında deneyimlenen etik ikilemlere karşı hekim ve hemşirelerin deneyimlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul,İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- 19-Tingle, J. (1990) *Ethics in Practice*, Nursing Times,86(48):54-55.
- 20-THD, COVID- 19 Mevcut Durum Analizi Raporu. Türk Hemşireler Derneği. Date: 15.05.2020. <https://www.thder.org.tr/uploads/files/EK-SB-Hemşirelerin-Durum-Analizi-5.Rapor.pdf>.
- 21-Tük Hemşireler Derneği (THD) (2013). Hemşireler için Etik, İlke ve Sorumluluklar. <https://www.thder.org.tr/uploads/files/hemsire-brosur.pdf>, Erişim tarihi: 15.12.2021
- 22-Tokaç M(2019). Geleneksel Tıpta Etik ve Hukuk Geleneksel Tıbbı Etik ve Hukuk Yönü ile Bakış Journal of BSHR 2019;3(Özel Sayı):155-160
- 23- Torill MS,Karin B, Ann-K F, Rohangez O. (2021).Caring, Learning and Learning Environ-ment in the Early Stage of the Pandemic. International Journal of Caring Sciences May-August ,14 (2):10-09.
- 24-<https://tr.euronews.com/2021/05/12/turkiye-de-hasta-basina-kac-hemsire-dusuyordunyada->
- 25-Utkualp N. (2015).Hemşire ve Ebelerin Kişisel Olarak Eksiklikleri Giderme Tutumunun Etik Açısından Değerlendirilmesi,Doktora Tezi,Bursa, Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- 26-Ünal E ,Özdemir A(2020).Effects of Information about COVID 19on Social Media on Students .International Journal of Caring Sciences May-August ,14(2): 12-27.
- 27-Ünal E ,Özdemir A, Kaçan CY (2020). Covid 19 Pandemisinin Hemşirelik Öğrencilerinin Beslenme ve Hijyen Alışkanlıklarına Etkisi. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 46 (3) :305-311.
- 28-Ülman YI. (2020).Covid-19 Enfeksiyon HastalığıSalgınına Biyoetik Açidan Bakış ACU Sağlık Bil Derg; 11(3):365-371.
- 29-<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/Worldometers> (2021). Covid-19 Coronavirus Pandemic.
- 30-<https://www.worldometers.info/coronavirus/> Erişim tarihi: 17.12.2021.
- 31-WHO, Global Health Observatory data repository(2020) Nursing and midwifery personnel WorldHealthOrganizationDate:08.05.2020:<https://apps.who.int/gho/data/node.main.HWFGRP>

Bölüm 21

PARKİNSON TEDAVİSİNDE KULLANILAN İLAÇLARIN ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ

Taner ÇARIK¹

Sabriye AYDINOĞLU²

¹ Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı

² Dr. Öğretim Üyesi, Çukurova Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı

1. Parkinson Hastalığı

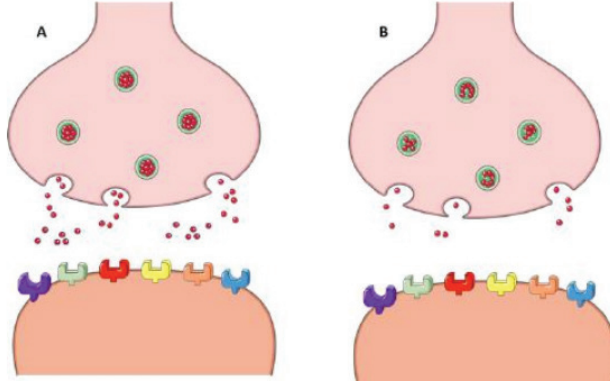
Genellikle 55-65 yaşları arasında görülen Parkinson hastalığı(PH), beyinde dopamin salgılayan hücrelerde meydana gelen hasar sonucunda oluşan ve yavaş ilerleyen nörodejeneratif bir hastalıktır. Beyindeki bu hasarın nedeni hakkında birçok hipotez vardır fakat bunlar kanıtlanmış değildir. (Barker and Dunnett, 1999; Paul et al. , 2006; Apaydın vd., 2008; Little et al., 2008; Murakami et. al., 2010; Karabudak, 2021)

PH'nın belirtileri kademeli ilerlediği için erken teşhisi zordur ve nörolojik hastalıklar arasında Alzheimer'dan sonra en yaygın ikinci hastalıktır. PH erkeklerde görülme sıklığı, kadınlara oranla daha fazladır. Birçok ülkede yapılan araştırmalara göre 50 yaşının üstündeki insanlarda PH'nın gözlenmesi yaklaşık olarak %0.1 ile %0.15 arasındadır. Halk arasında 65 yaş ve üstü insanların %1'inin Parkinson hastası olduğu düşünülmektedir. Türkiye'de ise yaklaşık olarak 70-100 bin Parkinson hastası olduğu düşünülmektedir (Apaydın vd., 2008; Little et al., 2008; Das, 2010).

PH'nın ilk belirtileri, el, kol ve ayakta titreme ile hareketlerde yavaşlama ve tutukluk olabilmektedir. Hastaların hemen hemen hepsinde belirtiler bedenin bir yarısında ortaya çıkar ve zamanla bedenin diğer yarısında hafifçe belirti verir. PH'nın dört ana belirtileri ise, bradikinezi (harekette yavaşlama), çizgili kaslarda sertlik, istirahat halinde tremor ve postüral dengede bozulmadır (Apaydın vd.,2008 ; Das, 2010).

İnsan beyinde substansiya nigra bölgesinde yoğunlaşmış halde dopamin üretiminden sorumlu beyin hücreleri bulunmaktadır. Dopamin, substansiya nigra ile vücut hareketlerini kontrol edip uyumlu hareketler yapmayı sağlayan ve beyin bölgeleri arasında mesaj iletiminden sorumlu bir kimyasaldır (Karabudak, 2021).

PH'nda, dopaminerjik yolağın nöronları hasara uğrar ve nöronların yıkılması sonucu zamanla sayıları azalır. Nöronların yıkımında, substansiya nigra'da meydana gelen patolojik olayların rol oynadığı ileri sürülmüştür. (Apaydın vd.,2008 ; Das, 2010) Şekil 1.1'de sayıca azalmış dopamin miktarı gösterilmektedir.



Şekil 1.1. A: Normal dopaminerjik yolakta olması gereken dopamin miktarı; B: Parkinson hastasına ait dopaminerjik yolaktaki dopamin miktarı (Yiğit ve Arıcıoğlu, 2015)

Substansiya nigra'daki dopaminerjik nöronların yıkımı, bu nöronların aksonlarının sonlandığı striyatum'daki dopaminerjik etkinliğin azalmasına sebep olur. Striyatum'daki dopamin düzeyinin %80'den fazla azalış göstermesi sonucu, dopamin üretimi yeterli olmaz ve PH'nın hareketleri kısıtlayıcı belirtileri ortaya çıkar. (Apaydın vd., 2008; Little et al., 2008; Das, 2010)

1.1.PH Tedavisi

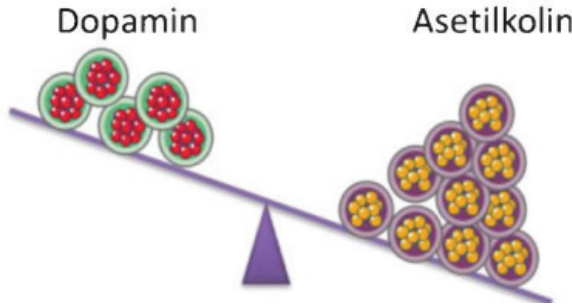
PH'nda semptomların tedavisi, medikal tedavi, cerrahi tedavi ve fizyoterapi olmak üzere üç grupta toplanabilir. (Özekmekçi, 1999)

1.1.1. Medikal(İlaçla) Tedavi

Günümüzde PH tedavisinde en çok başvurulanan tedavi yöntemi medikal(ilaçla) tedavidir. PH, nörodejeneratif hastalıklar arasında ilaç tedavisine yanıt veren tek hastalıktır. PH'nın nedeni tam olarak aydınlatılamadığı için bugün hastalığı tamamen ortadan kaldıracak bir tedavi henüz bulunamamıştır. Bu yüzden tedavide kullanılan ilaçlar semptomatik etki gösterirler. PH'nda kullanılan ilaçlar, beyindeki dopamin açığını kapatarak ya da dopaminin etkisini taklit ederek etki gösterirler. Bazen de dopaminin kimyasal yolla parçalanmasını önleyerek etkisini artırırılar. İlaçla tedavide hasta ilacı yaşam boyu düzenli olarak kullanmalıdır. Parkinson tedavisi kişiye özel bir tedavidir yani, aynı ilaç aynı dozda bir hastada yarar sağlarken, başka hastada etkisiz kalabilmektedir. (Özekmekçi, 1999; Apaydın vd., 2008; Çakmur, 2011)

Beyinde nöronların uyarılabilirliğini artıran asetilkolin ve bunun aksini yapan dopamin arasında bir denge söz konusudur. PH'nda bu denge bozulması sonucunda dopamin açığı oluşur. Tedavide bu dopamin açığının kapatılması gerekmektedir. Sentetik dopamin kan beyin bariyeri-

rini aşamaz. Bu sorun ise kan beyin bariyerini aştıktan sonra dopamine dönüşen levodopanın bulunmasıyla giderilmiştir. (Yiğit ve Arıcıoğlu, 2015). Şekil 1.2’de Parkinson hastasındaki dopamin ve asetilkolin dengesi gösterilmektedir.



Şekil 1.2. PH’nda beyindeki dopamin ve asetilkolin dengesi

(Yiğit ve Arıcıoğlu, 2015)

PH’nın tedavisinde levodopa, kullanılan en temel ilaçtır. Hastalığın başlangıç evrelerinde ilaçla tedavi ile olumlu sonuçlar almak mümkündür ancak hastalığın ilerleyen evrelerinde semptomların şiddetlenmesi ve levodopanın uzun süre kullanımı birçok yan tesirlere neden olur. (Özekmekçi, 1999; Apaydın vd., 2008; Çakmur, 2011) Türkiye’de Parkinson tedavisinde kullanılan levodopa içeren ilaçlar Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1. Türkiye’de Parkinson tedavisinde kullanılan Levodopa içeren başlıca ilaçlar (Çakmur, 2011)

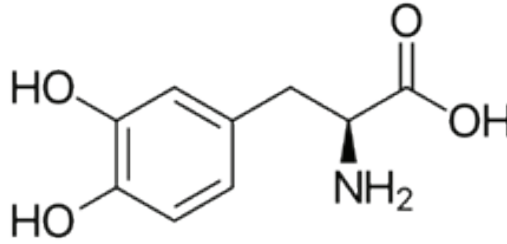
Etken Madde	Ticari İsim	Farmasötik Şekil
Levodopa+Benserazid	Madopar®	100+25 mg 200+50 mg tablet
Levodopa+Benserazid (yavaş salınım)	Madopar® HBS	100+25 mg kapsül
Levodopa+Carbidopa	Sinemet®	250+25 mg tablet
Levodopa+Carbidopa+Entacapone	Stalevo®	50+12,5+200 mg 100+25+200 mg 150+37.5+200 mg tablet
Entacapone	Comtan®	200 mg tablet

2. LEVODOPA

Levodopanın farmakope durumu, USP, BP, EP, JP, IP ve Çin Farmako-

pesinde resmidir. Levodopa (L-dihidroksifenilalanin), nötral bir aminoasit olup PH'na bağlı gelişen semptomların giderilmesinde en etkili dopamin prekürsörü bir ilaçtır. Dopaminin kendisinden farklı olarak, ağızdan alınabilir ve kan-beyin bariyerini geçebilir. Dopaminerjik nöronlar tarafından hızla alınır ve dopamine dönüştürülür. Genellikle merkezi sinir sistemi dışında dopamine dönüşmesini engelleyen maddelerle birlikte verilir. Kullanımdan 15-30 dk sonra beyne ulaşır ve yarı ömrü 90 dk'dır. (Özekmekçi, 1999; Apaydın vd., 2008; United state Pharmacopoeia, 2009; Patel, 2012)

Levodopanın isimlendirilmesi (-)-3-(3,4-Dihidroksifenil)-L-alanin olup, kapalı formülü $C_9H_{11}NO_4$ ve molekül ağırlığı 197.1879 g.mol⁻¹'dür. Açık kimyasal formülü Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Levodopanın açık formülü

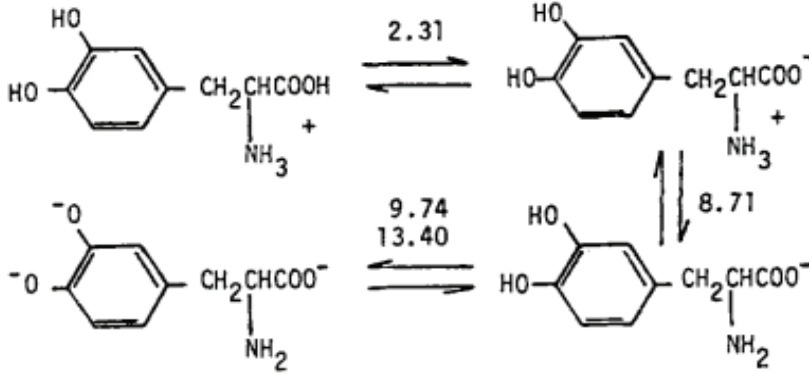
Levodopanın fiziksel özellikleri ise, Tablo 2.1.'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Levodopa'nın Fiziksel Özellikleri (Wang , 2005; United state Pharmacopoeia, 2009; Patel, 2012; Levodopa, 2021)

Özellikler	Açıklama
Görünüm	Kristalize toz
Renk	Beyaz ya da açık krem
Tat	Tatsız
Koku	Kokusuz
Erime noktası	295°C
Kaynama noktası (760mmHg)	448,4°C
Yoğunluk	1,468 g/cm ³
Çözünürlük	Su: 3,0 mg.ml ⁻¹ ; %95 Etanol: 0,3 mg.ml ⁻¹ ; Metanol: 0,1 mg.ml ⁻¹
Polimorfizm	Polimorfizm göstermez.
LogP	0,05

Ayrışma Sabitleri (pKa): 2.3, 8.7, 9.7, 13.4. (United state Pharmacopoeia, 2009; Patel, 2012)

Levodopa için ayrışma sabitleri, titrimetrik olarak tespit edilmiştir ve aşağıdaki Şekil 2.2'de rapor edilmiştir (Gorton and Jameson, 1968):



Şekil 2.2. Levodopa'nın İyonizasyon Reaksiyonu

(Gomez, Hagel, and MacMullan, 1976)

2.1. Farmakokinetik Özellikleri

Levodopa, ince bağırsaktan hızla absorbe edilir. Absorpsiyonu, mide boşalmasının hızına ve mide içeriğinin pH'ına bağlıdır. Levodopanin yiyeceklerle birlikte kullanımı ilacın plazmaya geçişini geciktirir. Alınan gıdalardaki bazı aminoasitler, bağırsaktan absorpsiyon ve kandan beyne taşınmada ilaçla rekabet edebilir. Bunun sonucunda kan beyin bariyerini geçen ilaç miktarı az olacağından klinik etkinlikte de azalma görülür. Plazma konsantrasyonları genellikle oral dozdan 1-2 saat sonra pik yapar. Dozun yaklaşık üçte ikisi, bir oral dozdan sonraki 8 saat içinde idrarda metabolitler olarak görünür: 3-metoksi-4-hidroksifenil asetik asit (homovanilik asit, HVA) ve dihidroksifenilasetik asit (DOPAC).

Uygulanan levodopanin sadece yaklaşık %1-3'ü beyne değişmeden girer. Kalan kısım, ağırlıklı olarak dopamine dekarboksilasyon yoluyla beyin dışında metabolize edilir. Dopamin kan-beyin bariyerini geçemediğinden, levodopa tek başına kullanıldığında fazla miktarlarda verilmelidir.

Levodopa kan-beyin bariyerini geçemeyen dopa dekarboksilaz inhibitörleriyle (benserazid veya karbidopa) kombine verildiğinde, periferik metabolizması (sadece periferik) azalır. Böylece plazmada levodopa sevi-

yeleri yükseklir, plazma yarı ömrü uzar ve periferde levodopadan dopamin oluşumunu engellenerek beyne daha fazla levodopanin geçişi sağlanır. Ayrıca dopa dekarboksilaz inhibitörleri ile kombine kullanım, levodopanin günlük gereksinimini yaklaşık %75 oranında azaltabilir. (Özekmekçi, 2011; 19. Aminoff, 2012) Levodopanin farmakokinetik parametreleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Levodopanin farmakokinetik parametreleri (Merck Index, 2006; Reynolds JF, (t.y.))

Parametre	Levodopa
C _{max}	1270 ppb
T _{max}	1.5 saat
Biyoyarlanım	%80-98
Proteine Bağlanma	%10-30
Eliminasyon yarılanma ömrü	1,7 saat (1,1-3,2)
Metabolizma	Dopa dekarboksilaz ile dekarboksilasyon ve katekol-O-metil transferaz (COMT) ile O-metilasyon yolları ile metabolize olur.

2.2. Levodopa’nın Analitik Olarak İncelenmesi

Yapılan çalışmada, Parkinson tedavisinde kullanılan ilaçların analitik olarak incelenmesine yönelik literatürde yayınlanan çalışmalar araştırılmıştır. PH’nın tedavisinde birçok ilaç kullanılmakla birlikte, en yaygın ilacın levadopa olduğu rapor edilmiştir. Gerek tedavideki yaygın kullanımı gerekse literatürde levadopa üzerine yapılan araştırmaların sayıca fazla olması göz önünde bulundurularak, mevcut çalışma kapsamında levadopanin biyolojik materyallerden ve farmasötik preparatlardan analizine yönelik çalışmalar incelenerek derlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda, levadopanin metabolitleri, COMT inhibitörleri (Entakapon), DOPA dekarboksilaz (Benserazid, Karbidopa) inhibitörlerinin varlığında farklı numunelerden eş zamanlı olarak tayinin yönelik hızlı, geniş bir doğrusal aralığa sahip, düşük tespit ve tayin limitlerine sahip, doğruluk ve kesinlik açısından uygun yöntemlerin geliştirildiği görülmektedir.

Geliştirilen yöntemler kendi içlerinde yaygınlık sırasına göre yüksek performanslı sıvı kromatografisi, mor ötesi-görünür bölge spektrofotometresi ve voltametri olarak sıralanabilmektedir.

2.2.1. Kromatografik Çalışmalar

Tablo. 2.1. ’de RP-HPLC kullanılarak yapılan analizler ve elde edilen parametreler sunulmaktadır.

Tablo 2.3. *Çeşitli materyallerden Levodopo analizine yönelik yapılan kromatografik çalışmalar*

Yöntem	Örnek	Analizi Yapılan Etken Madde	Elde Edilen Veriler	Referanslar
RP-HPLC(ED)	İnsan Plazması	LD – CD	$t_R = 4.5(\text{LD})$ ve $9.7(\text{CD})$, D.A.= 5.0 ila 500 ppb $R^2 = 0.9957$; GK= 66.0 -65.2; BSS %5.3-2.3(Kesinlik G.I. Ve G.A.)	Miller ve ark. (1993)
RP-HPLC(ED)	Köpek Plazması	LD – CD	D.A.= 10-2000 ppb ve 5-250 ppb LOD : 0.3 ppb ve 1.5 ppb	Tolokan ve ark. (1997)
RP-HPLC(ED)	İnsan Trombosit ve Plazması	LD – 3-O-MD	LOD:1 ile 3 ppb	Blandini ve ark. (1997)
Kiral ayırmalı HPLC	Farmasötik Preparat	LD – MD	LOD:%0.04 ve %0.3	Dolezalova ve Tkaczykova (1998)
RP-HPLC(ED)	İnsan Plazması ve İdrar Örnekleri	LD – CD	LOD: 5 ppb ve 8 ppb; GK:%93.83 ile %89.76 Doğruluk: < %12	Sagar ve Smyth (2000)
RP-HPLC(UV)	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	DA: 4-210ppm, 1-52ppm , 6-280ppm GK:%96.8-104.3, %97.2-101.3 , %99.5-102.8	Doshi ve ark. (2009)
RP-HPLC(ED)	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	DA: 100-4000 ppb, 200-10.000ppb, 25-4000ppb , 20-4000ppb ; Kesinlik: BSS < %5.64; GK: >%90	Bugamelli ve ark. (2011)
RP-HPLC(UV)	Farmasötik Preparat	LD – CD	t_R : 3.19 dk ve 4.31dk DA: 60-140ppm ve 6-14ppm	Kumar ve ark. (2011)
RP-HPLC	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	DA: 1.25-500.00, 0.31-125.00 ve 2.500-850.00ppm GK: %99.20-100.80, 99.30-100.70 ve %98.85-101.16	Issa ve ark. (2011)
RP-HPLC	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	t_R : 3.34, 6.51, 19.25 dk, GK:%98 ila %102 LOD: 2.17ppm, 1.59ppm, 23.08ppm	Zaveri ve ark. (2011)
RP-HPLC	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	DA: 20-200ppm GK:%98.7 ila %100.5	Vemić ve ark. (2012)
RP-HPLC	Farmasötik Preparat	LD – CD – ENT	t_R : 3.3, 4.1 ve 9.5dk GK: %100 DA: 400-1200ppm, 100-300ppm ve 800-2400ppm	Krishna ve ark. (2014)

Tablo 2.3’de verildiği üzere, Miller ve ark.(Miller, Dehelean, Belanger, 1993) insan plazmasında Karbidopa(CD) ve Levodopa(LD) eş zamanlı analizi için elektrokimyasal dedektörlü bir ters faz HPLC yöntemi geliştirmişlerdir. Yapılan sürede toplam analiz süresi 12 dakika olup levodopa, iç standart ve karbidopanin alıkonma süreleri sırasıyla 3,3; 4,5 ve 9,7 dakika olarak verilmektedir. Plazma konsantrasyonundaki doğrusal aralık 5,0- 500 ppb $R^2 \geq 0,9957$ (n=9) olarak sunulmuştur. Doğruluk ölçümleri için LD ve CD değerleri sırasıyla %36,6 ve 66,0 gerikazanım değerleri ile hesaplanmıştır.

Benzer olarak, Tolokan ve ark.(1991) elektrokimyasal dedektörlü iyon çifti yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-ED) ile köpek plazmasındaki Levodopa(LD) ve analog hidrazin bileşiği Karbidopa’nın(CD)

eş zamanlı belirlenmesi için bir analitik yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirilen yöntem ile levodopa ve karbidopa kombinasyon tableti olan anti-Parkinsonizm ilacı Duellin®'in oral uygulamasından sonra alınan örnekler dahil olmak üzere köpek plazma örnekleri üzerinde test edilmiştir. Tablo 2.3. 'de verildiği üzere, doğrusal aralık her iki etken madde için sırasıyla; 10-2000 ppb ve karbidopa için 5-250 ppb olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, Sinyal gürültü oranının 3 katının alınmasıyla hesaplanan tespit limitleri çalışmada sırasıyla; 0,3 ppb ve 1,5 ppb olarak rapor edilmektedir.

Blandini ve ark. (1997) HPLC yöntemi ile insan trombositlerinde ve plazmasında Levodopa(LD) ve 3-O-metildopa'nın eşzamanlı tayinini gerçekleştirmişlerdir. Bunun için elektrokimyasal(kolorimetrik) dedektörlü ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (RP-HPLC) kullanılmıştır. Geliştirilen yönte pH=2,9 tampon sistemi (I=50mM):asetonitril 12:88(v/v) mobil fazı kullanıldığı rapor edilmiş. Yöntemin tekrarlanabilirliği, hem trombosit hemde plazmadaki için gün içi ve günler arası Levodopa ve 3-O-metildopa için elde edilen değerlerde bağıl standard sapma değerleri %10'un altın bulunmuştur. Geliştirilen yöntem ile trombositlerdeki tespit limitleri Levodopa ve 3-O-metildopa'nın sırasıyla 2×10^{-9} ppb ve 6×10^{-9} ppb trombosit olarak rapor edilirken, plazmada, levodopa ve 3-O-metildopa için tespit limitleri sırasıyla 1 ppb ve 3 ppb olarak belirlenmiştir.

Diğer bir yandan, Dolezalova ve Tkaczykova. (1999) Levodopa(LD) ve metildopanin enantiyomerik saflığını tayin etmek için yüksek performanslı sıvı kromatografi yöntemi geliştirmişlerdir. Bu amaçla kiral ayırımı sıvı kromatografisi kullanmışlardır. Levodopada D-DOPA tayini, bir C18 kolonu ve N,N-dimetil-L-fenilalanin içeren bir kiral mobil faz ile kiral ligand değişim kromatografisi kullanılarak ve Cu (II) asetat veya etanol-su (65:35, v/v) ile birlikte bir teikoplanin kolonunda sıvı kromatografisi aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. D-metildopanin belirlenmesi için, metanol-asetik asit-trietilamin (1000: 0,05: 0,05, v/v/v) mobil faz ile polar organik fazda bir teikoplanin kolonunun kullanımına dayalı bir sıvı kromatografi yöntemi geliştirilmiştir. Farmakopedeki (Avrupa Farmakopesi ve Farmakope Bohemoslovaca) polarimetrik yöntemleri ile geliştirilen yöntem karşılaştırılmış ve D-DOPA'nın %0,4'ünü ve D-metildopa'nın %0,3'ünü sapma limitleri ile çok daha duyarlı oldukları ortaya konulmuştur.

Sagar ve Smyth.(2000) elektrokimyasal dedektörlü sıvı kromatografi yöntemi kullanarak Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve metabolitlerini insan plazması ve idrarında bulunan diğer endojen bileşenlerden ayrılması ve kantitatif olarak tayinine yönelik yöntem geliştirmiştir. Geliştirilen yöntem ucuz, basit, hızlı olması, rutin analiz ve kinetik analizler için uygun olması gibi avantajlara sahip olmakla beraber literatürdeki diğer çalışmalarla kıyaslanarak uyumlu sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Farklı

analitler için elde edilen pik akımları, 0,02–4,0ppm konsantrasyon aralığında sinyal ile doğru orantılı bulunmuştur. Geliştirilen yöntemde, tespit sınırları levodopa ve karbidopa için sırasıyla 5 ppb ve 8 ppb olarak belirlenmiştir. İnsan plazma numuneleri üzerinde gerçekleştirilen geri kazanım çalışmaları, %93,83 ile %89,76 arasında bağıl standart sapma değeri ise %6 ‘dan küçük olarak raporlanmıştır.

Doshi ve arkadaşları.(2009) Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakapon’un(ENT) kombinasyon dozaj formundan ilaç salım yüzdesini belirlemek için bir HPLC yöntemi geliştirmişlerdir. Mobil faz olarak bir asetonitril ve tampon karışımı kullanılmıştır. Çözünme testi Amerika Birleşik Devletleri Farmakopesine(USP) uygun olarak, pH=5,5 fosfat tamponunun çözünme ortamı olduğu 75 rpm’de gerçekleştirilmiştir. Yöntem, levodopa için 4-210ppm, karbidopa için 1-52ppm ve entakapon için 6-280ppm ilaç konsantrasyon aralıklarında doğrusal bulunmuştur. Doğruluk, levodopa için %96,8-104,3, karbidopa için %97,2-101,3 ve entakapon için %99,5-102,8 arasında geri kazanım değerleri ile belirlenmiştir.

Bugamelli ve ark.(2011) Stalevo® ile tedavi edilen Parkinson hastalarının plazmasında Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakaponun(ENT) kantifikasyonu için uygun analitik yöntemlerin geliştirmişlerdir. 3-O-metildopa(3-OMD) metabolitinin de levodopa farmakokinetiği üzerinde bazı endikasyonlar gösterdiği belirlenmiştir. Levodopa, 3-O-metildopa ve karbidopanin eşzamanlı analizi için, sabit faz olarak C18 kolonu, mobil faz olarak metanol ve pH=2,88’de fosfat tamponu (8:92, v/v) karışımı kullanılmıştır. Ön bir çöktürme işlemi ile plazmadaki proteinler uzaklaştırılmış. Analitlerin ekstraksiyon ile %94 seviyesinde geri kazanıldığı rapor edilmiştir. Sırasıyla etken maddelerin elde edilen doğrusal aralık Levodopa için 100-4000 ppb, 3-O-metildopa için 200-10.000ppb, karbidopa için 25–4000ppb ve entakapon için 20-4000ppb konsantrasyon aralıklarında iyi bir doğrusallık elde edilmiştir. Kesinlik çalışmaları %5,64’ten düşük bağıl standart sapma, yöntemin doğruluğu ise %90’ın üzerindeki geri kazanım değerleriyle kabul edilebilir aralıkların içerisinde bulunmuştur.

Benzer olarak, Kumar ve ark.(2011) Levodopa(LD) ve Karbidopan(CD) toplu ve kombine tablet dozaj formunda eşzamanlı tayini için ters faz kromatografi yöntemi geliştirmişlerdir. Yöntemde mobil faz olarak (20:80) (pH =2,8 fosfat tamponu:Metanol) kullanılmıştır. Elüsyon hızının 1 ml.dk⁻¹ olduğu sistemde alıkonma süreleri levodopa ve karbidopa için sırasıyla 3,19 dakika ve 4,31 dakikadır. Doğrusal aralık ise sırasıyla, 60-140ppm ve 6-14ppm 0,999’dan büyük korelasyon katsayılarıyla raporlanmıştır.

Issa ve ark.(2011) farmasötik dozaj formlarında Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakapon(ENT) karışımını tayin etmek için yüksek per-

formanslı sıvı kromatografik (HPLC) yöntem geliştirmişlerdir. Yöntemin özgülüğünün uygunluğu plasebo etkileşimi ve farklı bozunma ürünleri varlığında ölçümler tekrarlanarak rapor edilmiştir. Geliştirilen yöntemde hareketli faz olarak pH=3'te 97:3 (tampon: tetrahidrofuran, 0,2 ml trifloroasetik asit kullanılmıştır. Doğrusal aralık; ilişki levodopa, karbidopa ve entakapon için sırasıyla 1,25-500.00; 0,31-125.00 ve 2.500-850.00ppm aralıklarında bulunmuştur. Doğruluk parametresi, levodopa, karbidopa ve entakapon için geri kazanım değerleri hesaplanarak, sırasıyla elde edilen %99,20-100,80; 99,30-100,70 ve %98,85-101,16 geri kazanım değerleri yöntemin doğruluğun uygunluğu gösterilmiştir. Yöntemin kesinliği, tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik deneyleri üzerinden üç farklı konsantrasyon aralığı için gerçekleştirilmiş ve elde edilen %2 den az varyasyon katsayıları ile uygun olduğu raporlanmıştır.

Zaveri, Dhru ve Khandhar (2012) tablet formülasyonunda Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakapon'un(ENT) eş zamanlı tayini için bir ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (RP-HPLC) yöntemi geliştirmişlerdir. Mobil faz olarak tampon: asetonitril (65:35) sistemi kullanılmıştır. Geliştirilen yöntemde Levodopa, karbidopa ve entakaponun pik saflığı sırasıyla 0,99990, 0,99946 ve 0,99990 olarak hesaplanmış. Mobil faz akış hızının 1,5 mml.dk⁻¹ olduğu sistemde, Levodopa, karbidopa ve entakaponun alıkonma süreleri sırasıyla, 3,34; 6,51; 19,25 dakika olarak bulunmuştur. Bunun yanısıra levodopa, karbidopa ve entakaponun kapasite faktörleri sırasıyla 0,69; 2,21; 8,60 olarak hesaplanmıştır. Etken maddeler için kuyruklanma faktörleri, 1,19; 1,01;1,04 olarak belirlenmiştir. Geliştirilen yöntemin, tespit sınırı levodopa, karbidopa ve entakaponun sırasıyla 2,17ppm, 1,59ppm, 23,08ppm olarak rapor edilmiştir. Her üç etken madde tekrarlanabilirlik çalışmalarında bağıl standard sapma değerlerinin %0,5'in altında bulunarak yöntemin kesinliği test edilmiştir. Yöntemin tekrarlanabilirliği, farklı analizci, farklı cihaz kullanımıyla doğrulanmıştır. Validasyon parametrelerinden yöntemin sağlamlığı tampon pH'sı, mobil faz akış hızı ve kolon sıcaklığı gibi parametrelerin değiştirilmeleri sonucunda elde edilen sonuçlardaki bağıl standard sapmaların %2.0'nin altında bulunmasıyla uygun bulunmuştur. Yöntemin doğruluğu, üç farklı etken madde için üç konsantrasyon seviyesinde % geri kazanım sonuçları %98 ila %102 hesaplanarak uygun bulunmuştur. Kalibrasyon eğrileri, 0,99 ila 1,00 aralığı arasında bulunan korelasyon katsayısı ile çalışma aralıkları boyunca doğrusaldır. Ek olarak analiz süresinde Numune ve standart çözeltilerinin stabilitelerinin kontrolü için, 12 saat boyunca oda sıcaklığında bırakılan numune ve standartların ölçümleri yapılmış ve herhangi bir bozunma olmadığı rapor edilmiştir.

Vemić, ve ark.(2013) antiparkinson ilaçları Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakapon'un(ENT) altı kaynaklı safsızlık ile birlikte eş

zamanlı analizi için etkili bir ters faz HPLC yöntemi geliştirmişlerdir. Analizlerde UV dedektörü kullanılmış ve 280 nm'de ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ayırma sırasında Hofmeister sınıflandırmasına göre (orto-fosforik, trifloroasetik ve perklorik asit) farklı özelliklere sahip anyonlu farklı asitler test edilmiştir. Ayırma 1 ml.dk⁻¹ mobil faz akış hızı ile gerçekleştirilmiş olup, uygun mobil fazın belirlenmesi sırasında gradiyent program kullanılmış ve uygun ayırma 20 mM trifloroasetik asitten (NaOH ile ayarlanmış pH=2,0):metanol olarak belirlenmiştir. Yöntemin kesinlik çalışmalarında tekrarlanan ölçüm sonuçları levodopa için %1,58'den az varyasyon katsayısı değeri, diğer etken maddeler için ise %2'den az olarak bulunmuştur. Levodopa için doğrusallığın sağlandığı konsantrasyon aralığı 20-200ppm olarak rapor edilmiştir. Yöntem doğruluğunun değerlendirilmesinde, %geri kazanım değerleri üç konsantrasyon seviyesinde %98,7 ila %100,5 olarak bulunmuştur.

Krishna ve ark.(2014) kombine dozaj formunda Levodopa(LD), Karbidopa(CD) ve Entakapon'un(ENT) kantitatif tayini için izokratik, ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi yöntemi geliştirmişlerdir. Geliştirilen yöntemde, 60:40 (pH=4,5 olan fosfat tamponu: Metanol) olan mobil faz ile elüsyon gerçekleştirilmiştir. Alıkonma süreleri, Levodopa, karbidopa ve entakaponun alıkonma süreleri sırasıyla 3,3 dakika, 4,1 dakika ve 9,5 dakikadır. Levodopa, karbidopa ve entakapon için korelasyon katsayıları 0,99 olarak bulunmuştur. Yöntemin doğruluğu için her üç etken madde için, geri kazanımları %100 olarak hesaplanmıştır. Bu ise formülasyondaki yardımcı maddelerin ölçümlerde girişime sebep olmamaları ile açıklanmıştır. Günler içi ve günler arası yapılan ölçüm sonuçlarıyla yöntemin kesinliği incelenmiş olup, varyasyon katsayıları %3'ün altında bulunmuştur. Levodopa, karbidopa ve entakaponun ilgili konsantrasyonlarının pik alanı karşı grafiğe geçirilmesiyle elde edilen kalibrasyon eğrilerindeki doğrusal aralık sırasıyla 400-1200ppm, 100-300ppm ve 800-2400ppm olarak ifade edilmiştir. Yöntemin sağlamlığı doğrulanmasında, mobil faz akış hızı ve kolon sıcaklığının değiştirilmeleri sonucunda elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuş ve yöntemin sağlamlığı uygun kabul edilmiştir.

2.2.2. Spektrofotometrik Uygulamalar

Levodopa'nın farmasötik preparat ve biyolojik numunelerden kantitatif analizine yönelik geliştirilmiş bazı moleküler absorpsiyon spektrofotometrik uygulamalar Tablo 2.4.'de verilmektedir.

Tablo 2.4. Mor ötesi- görünür bölge spektrofotometresiyle geliştirilen spektroskopik yöntemler

Yöntem	Örnek	Analizi Yapılan Etken Madde	Elde Edilen Veriler	Referanslar
UV-Vis Spektrofotometrisi (Türev)	Farmasötik Preparat	LD – BEN	G.K. =%97.48-100.58 ,%98.35-100.84	Hassib (1990)
Uv-Vis Spektrofotometrisi	Farmasötik Preparat	LD – BEN	%RSEP= 0.5%, 0.9% D.A =2.6-4.4x 10 ⁻⁴ ; 4.5-7.5 x 10 ⁻⁵ R=4x 10 ⁻⁶ M ve 1.5x 10 ⁻⁶ M	Blanco ve ark. (2000)
UV-Vis Spektrofotometrisi (Kinetik)	Farmasötik Preparat	LD – BEN	%RSD =%0.7-%1.5	Coello ve ark. (2000)
UV-Vis Spektrofotometrisi (Türev)	Farmasötik Preparat	LD – BEN	D.A=10-70 ppm, 5-50 ppm , %GK =%98.0- 99.8, %98.8-100.0'	Uslu ve Özkan (2002)
UV-Vis Spektrofotometrisi (Türev)	Mide Suyu	LD – BEN	DA. =1-80, 5-240 ppm, %GK= %99.1 ve %104.7	Dinç ve ark. (2007)
Uv-Vis Spektrofotometrisi	-	LD – CD – ENT	GK% = 99.75-100.11, 100.01-100.18, 99.89-100.06'	Abdel-Ghany ve ark. (2017)
Uv-Vis Spektrofotometrisi	Farmasötik Preparat	LD – BEN	(PCR)%GK= %92.25-101.30, %89.00-105.00 (PLR)%GK= %%89.00-100.63, 89.75-102.0	Ertokuş ve ark. (2020)

Hassib (1990) karışımlardan ve farmasötik preparatlardan Levodopa(LD) ve Benserazid hidroklorür eş zamanlı olarak kantitatif analizine yönelik basit, hızlı bir türev yöntemi geliştirmiştir. Yapılan çalışmada Levodopa ve Benserazid kantitatif analizi için sırasıyla 267nm'de sıfır geçiş ölçümü ve 232nm'deki genliğin ölçümünden yararlanılmıştır. Geri kazanım çalışmaları yapılarak yöntem doğruluğunun sınanmış ve geri kazanım oranları sırasıyla %97,48-100,58 ,%98,35-100,84 olarak bulunmuştur. Bunların yanı sıra geliştirilen yöntemle elde edilen sonuçlar bahsedilen etken maddelere ait literatürdeki mevcut çalışmalardan elde edilen sonuçlarla istatistiksel olarak karşılaştırmış ve yöntemler arasında doğruluk ve kesinlik (t ve F testleri) açısından önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Ek olarak,

Blanco ve ark.(2000) yayınladıkları çalışmada, farmasötik preparatta Levodopa(LD) ve Benserazid'in(BEN) eş zamanlı spektrofotometk tayini için kısmi en küçük kareler kalibrasyonuna (PLS) dayalı bir yöntem gelişt-

tirmişlerdir ve geliştirilen yöntemi yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile karşılaştırmışlardır. UV spektrumları, HP 8452A diyot dizili UV-görünür spektrofotometre üzerinde kaydedilmiştir. Levodopa ve Benserazid karışımı en uygun dalga boyu aralığı ve spektral mod seçilerek optimize edilmiştir. Levodopa ve Benserazid göreceli standart tahmin hatası (% RSEP) ve sınırlayıcı tekrarlanabilirlik (R) sırayla %0,5 ve %0,9; 4×10^{-6} M ve $1,5 \times 10^{-6}$ M'dir. Sonuç olarak geliştirilen yöntem levodopa ve benserazidin eş zamanlı spektrofotometrik tayini için basit, hızlı ve kesin olduğu ifade edilmiştir. Geliştirilen yöntemle elde edilen sonuçlar, HPLC yöntemi ile elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında anlamlı bir farklılığın olmadığı raporlanmıştır.

Coello ve ark. (2000) Levodopa(LD) ve Benserazid'in(BEN) asidik bir ortamda KIO₄(potasyum periyodat) ile oksidasyon reaksiyonundan eşzamanlı kinetik-spektrofotometrik tayini için bir prosedür açıklamışlardır. Tüm ölçümler, $25,0 \pm 0,1^\circ$ C'lik bir termostatlı hücrede gerçekleştirilerek sıcaklık sabit tutulmuştur. Her iki etken madde indirgenme-yükseltgenme reaksiyonuna girerek 400nm'de absorbans değeri verir. Potasyum periyodatın aşırısı reaksiyona sokulduğunda levodopa türevine karşılık gelen aminokrom 480nm civarında absorbans verirken benserazid türevi renksiz bileşikler vermek üzere reaksiyona girer. Oksitleyici ajanın levodopa ve benserazid karışımına eklenmesi üzerine 500-700 nm aralığında absorpsiyon bantlarına sahip yeni bileşiklerin ortaya çıkışı görülmüştür. İki doğrusal kısmı en küçük kareler (PLS) ve üç yönlü kısmı en küçük kareler (nPLS) ile kalibrasyon, her iki analitin de levodopa için %0,7 ve benserazid için %1,5'lik bir hassasiyetle nicelleştirilmesine izin vermiştir. Sonuç olarak önerilen yöntemle çok parametrik bir sinyalin kaydedilmesine ve PLS tarafından yapılan bir kalibrasyona dayanan bir diferansiyel kinetik yöntemin, ticari bir farmasötik preparatta levodopa ve benserazid karışımının belirlenmesinde HPLC ile kesinlik ve doğruluk açısından rekabet edebileceği açıkça gösterilmiştir.

Uslu ve Özkan, (2002) Levodopa(LD) ve Benserazid'in(BEN) ikili karışımlarını, oran spektrumları birinci türev spektrofotometresi ile analiz etmişlerdir. pH=1 olacak şekilde HCl çözeltisi içerisinde ilaç stok çözeltileri hazırlanmışlardır. Bu yöntemde ikili karışımın absorpsiyon spektrumunun bileşenlerden birinin standart bir spektrumuna bölünmesi ve ardından oran spektrumunun ilk türevinin hesaplanmasıyla oran spektrumunun ilk türevine dayanır. Levodopa için 287,7 nm ve benserazid için 251,4 nm'deki oran genliklerinin birinci türevi belirleme için seçilmiştir. Beer yasasına levodopa için 10 ila 70 mg.ml⁻¹ ve benserazid için 5 ila 50 mg.ml⁻¹ konsantrasyon aralığında uyulmuştur. Levodopa ve benserazidin geri kazanımları sırayla %98,0- 99,8, %98,8-100,0'dür. Sonuç olarak yöntem, daha yüksek duyarlılık ve doğruluğa sahip olup sentetik karışımlarda

ve farmasötik preparatlarda iki ilacın belirlenmesi için başarıyla uygulanmıştır.

Dinç ve ark.(200) herhangi bir kimyasal ayırma adımı kullanılmadan sürekli dalgacık dönüşümü (CWT) ve klasik türev spektrofotometri (DS) ile Levodopa(LD)-Benserazid(BEN) tabletlerinin eş zamanlı analizleri ve çözünme testlerini gerçekleştirmişlerdir. Absorpsiyon spektrumları,. USP simüle edilmiş mide suyunda 1-80ppm ve 5-240ppm konsantrasyon aralığında levodopa ve benserazidin orijinal absorpsiyon spektrumları sırasıyla 250-310 nm spektral aralığında kaydedilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin geçerliliği, araştırılan ilaçların çeşitli sentetik karışımları analiz edilerek doğrulanmıştır. Sentetik karışımlarda benserazid ve levodopa tayini için ortalama geri kazanım değerleri DS(klasik türev spektrofotometrisi) için sırasıyla%99,1 ile%104,7 ve CWT için %100 ve %102,9 arasında bulmuştur. Sonuç olarak CWT ve DS yöntemleri, tabletlerde benserazid ve levodopanin eşzamanlı çözünme profillerini herhangi bir önceden ayırma prosedürü olmaksızın elde etmek için başarıyla uygulanmıştır.

Abdel-Ghany ve ark.(2017) Entakapon(ENT), Levodopa(LD) ve Karbidopa'nın(CD) üçlü karışımda tayin edilebilmesi için yeni, basit, doğru ve hassas UV spektrofotometrik ve kemometrik yöntemler geliştirilmişlerdir. Geliştirdikleri yöntemde bahsedilen bileşenlerin miktar analizi için ön ayırma yöntemine gerek olmamasını yöntemin avantajı olarak tanımlamışlardır. Gerçekleştirdikleri çalışmada, DRSZ: Türev oran sıfır geçiş(-Metot A), DDDR: Çift bölen oranlı türev (Metot B), MCR: Ortalama oran spektrumlarının merkezlenmesi(Metot C), PCR ve PLS: Temel bileşen regresyon ve kısmi en küçük kareler yöntemi(Metot D ve E) kullanılmıştır. Metot A'da 1–20ppm aralığında 249,9 nm'de pik genliği ölçülerek hem levodopa hem de karbidopa varlığında entakapon tayin edilmiştir. Metot B'de sırasıyla 245, 239 ve 293 nm'de entakapon, levodopa ve karbidopanin tayini gerçekleşmiştir. Metot C'de çalışılan ilaçlar sırasıyla entakapon, levodopa ve karbidopa için 241, 241,6 ve 257,1 nm'de tayin edilmiştir. Metot D ve E'de kalibrasyon seti olarak on yedi karışım ve doğrulama seti olarak sekiz karışım kullanılarak çalışılan ilaçların eşzamanlı belirlenmesi için kullanılan ana bileşen sırayla regresyon ve kısmi en küçük kareler kullanılarak belirlenmiştir. Metot A'da entakapon için geri kazanım %98,58-101,85'dir. Metot B'de entakapon, levodopa ve karbidopa için % geri kazanım sırayla 98,76-101,90; 98,49-101,02 ve 98,91-101,88'dir. Metot C'de entakapon, levodopa ve karbidopa için % geri kazanım sırayla 99,15-100,77; 98,95-100,92 ve 98,09-101,17'dir. Metot D'de entakapon, levodopa ve karbidopa için % geri kazanım sırayla 99,94-100,05; 99,82-100,16 ve 99,61-100,20'dir. Metot E'de entakapon, levodopa ve karbidopa için % geri kazanım sırayla 99,75-100,11; 100,01-100,18 ve 99,89-100,06'dir. Sonuç olarak geliştirilen metotlar entakapon, levodopa ve karbidopanin eş

zamanlı belirlenmesi için literatürdeki HPLC yöntemlerinden daha kolay olduğunu rapor etmişlerdir.

Ertokuş ve Özer (2020) ilaç numunesindeki Levodopa(LD) ve Benserazid(BEN) eş zamanlı olarak kantitatif analizini gerçekleştirmek için hızlı, güvenilir, yüksek doğruluk ve duyarlılığa sahip bir yöntem geliştirmişlerdir. İlaç etken maddelerinin önce tek tek sonra 4,0- 20,00ppm derişim aralığında sentetik karışım çözeltileri hazırlanarak spektrumları alınmıştır. Kemometrik hesaplamalar için 200-350 nm arasındaki dalga boyu aralığındaki absorbands değerleri kullanılmıştır. Levodopa ve benserazidin kemometrik yöntemlerden PCR (temel bileşen regresyonu yöntemi) için geri kazanımları sırayla %92,25-101,30 ve %89,00-105,00'tir. PLS için levodopa ve benserazidin geri kazanımları sırayla %89,00-100,63 ve 89,75-102,00'dir. Geliştirilen yöntemde doğruluk ve kesinliği elde edilen yüksek geri kazanım ve düşük bağıl standart sapma değerleriyle gösterilmiştir. .

2.2.3. Elektrokimyasal Uygulamalar

Teixeira ve ark. (2004) NaY zeolitinde bulunan trinükleer rutenyum amin kompleksi $[(\text{NH}_3)_5 \text{Ru}^{\text{III}} - \text{O} - \text{Ru}^{\text{IV}} (\text{NH}_3)_4 - \text{O} - \text{Ru}^{\text{III}} (\text{NH}_3)_5]^{6+}$ (Ru-kırmızı) ile modifiye edilmiş bir karbon macunu elektrodu kullanılarak farmasötik formülasyonlarda Levodopa'nın(LD) voltametrik tayini için hassas ve seçici bir yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yöntemde, farklı parametreleri etkisi incelenmiş ve. pH=4,8'de asetat tamponda %6,7 Ru, %50 grafit ve %25 mineral yağ içeren %25 zeolitin bir elektrot bileşimi (m/m) için optimum koşullar bulunmuştur. Voltametrik pik akımları, levodopa için $1,2 \times 10^{-4}$ - $1,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ ($R^2 = 0,9988$) konsantrasyon aralığında, $8,5 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹ tespit limiti ile cevap vermiştir. Tekrarlanabilirlik çalışmaları ise $1,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹ levodopa (n=10) için tayin edilerek bağıl standart sapma değeri %5,5' olarak hesaplanmıştır. Levodopa tayini için önerilen elektrot ve karbon macunu elektrot kullanılarak elde edilen doğrusal aralık, algılama sınırı ve duyarlılıklar sırayla; $1,2 \times 10^{-4}$ mol.L⁻¹ ile $1,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹, $8,5 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹, 20,4µA.mmol⁻¹; $4,8 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹ ile $8,4 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹, $4,0 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹, 2,75 µA.mmol⁻¹'dür. Polikarbazol elektrot kullanılarak elde edilen doğrusal aralık ve duyarlılık ise $1,0 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹ ile $1,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ ve 1,0 µA.mmol⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Bergamini ve ark(2005), altın serigrafi baskılı bir elektrodun, sabit çözelti içinde Levodopa'nın(LD) izlenmesi için bir elektrokimyasal sensör ve bir akış sisteminin uygulanması için bir öneri sunmuşlardır. Altın ekran baskılı bir elektrotta asetat tamponu pH=3,0'te levodopanin +0.63 V'ta elektrooksidasyonunu kullanarak $9,9 \times 10^{-5}$ ila $1,2 \times 10^{-3}$ mol.L⁻¹ arasında doğrusal bir kalibrasyon eğrisi ve $6,8 \times 10^{-5}$ mol.L⁻¹'lik algılama sınırı elde etmek mümkündür. Amperometrik koşullar altında ($E_{\text{app}} = 0,8$ V; akış hızı = 14,1 ml.dk⁻¹; pH=3,0), levodopa için $1,0 \times 10^{-6}$ mol.L⁻¹ $6,6 \times$

10^{-4} mol.L⁻¹'den algılama sınırı $9,9 \times 10^{-7}$ mol.L⁻¹ olan analitik bir kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Önerilen yöntem, standart ekleme yöntemi kullanılarak iki farklı farmasötik formülasyonda levodopa tayini için kullanılmıştır. İki farmasötik formülasyon numunesi için sırayla $\%104 \pm 4$ ve $\%108 \pm 8$ levodopa geri kazanımı elde edilmiştir (n = 3).

Benzer olarak, Savan ve Erdoğan (2020) yaptıkları araştırmada levodopa ve benzerazid'in eş zamanlı analizi için pirol ve çok duvarlı karbon nanotüp modifiye elektrokimyasal bir sensör geliştirmiştir. Film kalınlığı, farklı elektrolit, pH 'nın etkisi gibi deneysel parametrelerin değiştirilmesiyle optimize edilen sensörün doğrusal aralığı sırasıyla Levadopo ve benserazid için; 10 - 50 μ M ve 100 - 500 μ M olarak rapor edilmektedir. Tespit sınırları ise aynı sırayla; 3.65 μ M ve 1.99 olarak rapor edilmişti. Geliştirilen yöntem farmasötik preparatlara ve idrar numunelerine uygulanarak başarılı sonuçlar elde edildiği ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmada (Savan ve Erdoğan,2020) levadopa ve benserazid'in elektrokimyasal tayininde karşılamak en yaygın girişim nedeni askorbik asit varlığı olarak belirtilmiş ve bunun içinde askorbik asit varlığında yöntemin seçiciliği test edilmiştir. Geri kazanım çalışmaları ise (n=5) tekrar edilerek levadopa için

Sonuç olarak, incelenen spektroskopik ve elektroanalit çalışmaların farmasötik preparatlara ve sentetik karışımlarda uygun sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Mor ötesi- görünür bölge spektrofotometresinde, türev spektrofotometrisi, çok değişkenli kemometrik yöntemler, kinetik yöntemler kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda farmasötik preparatlardan eş zamanlı analiz için yöntemlerin uygunluğunu gösteren validasyon parametreleri raporlanmıştır. Benzer olarak, elektrokimyasal çalışmalarda kullanılan deneysel parametrelerin optimizasyonu ile seçici düşük tayin limitine sahip eş zamanlı etken maddelerin analizine yönelik validasyon çalışmaları tamamlanmıştır. Literatür incelemesinde, sıvı kromatografisi ile bu alanda yapılan çalışmaların yoğunluğu, ön ayırma prosesine gerek olmadan eş zamanlı analize olanak sağlaması, düşük tespit ve tayin sınırları, yöntemin basitliği, hızı gibi avantajlar ile açıklanabilmektedir. Bunların yanı sıra, yöntemin hassasiyeti, biyolojik numunelerden düşük analit konsantrasyonların analizine olanak sağlamıştır. Yöntemin sağladığı bu avantajlar geliştirilen sıvı kromatografisi yöntemlerin klinikte kullanılabilirliğine olanak sağlamış olup, farmakokinetik çalışmalar da ve tedavi sırasındaki hastaların ilaç dozajlarının ayarlanmasında kullanıma uygunluğu rapor edilmiştir. Kromatografik yöntemler kendi içlerinde kıyaslandıklarında elektrokimyasal dedektörlü sistemlerin kullanılmasıyla daha düşük tespit ve tayin limitlerine ulaşılabildiği bilgisi elde edilmiştir. Yapılan araştırmada levadopa'nın çeşitli numunelerden analizinde uygulanan yöntemler kıyaslandığında, sıvı kromatografisinin sağlamış olduğu avantajların diğer yöntemlere göre üstünlük sağladığı görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Ghany MF, Hussein LA, Ayad MF, Youssef MM.** Investigation of different spectrophotometric and chemometric methods for determination of entacapone, levodopa and carbidopa in ternary mixture. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **2017**; 171:236-245.
- Aminoff MJ.** Pharmacologic management of Parkinsonism and Other Movement Disorders. In: Katzung BG, Masters SB, Trevor AJ. Basic and clinical pharmacology. McGraw-Hill; **2012**:483- 500.
- Apaydın H, Özekmekçi S, Oğuz S, Zileli İ.** *Parkinson Hastalığı, Hasta ve Yakınları için El Kitabı*. İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Yayınları, **2008**; 1-20.
- Barker RA, Dunnett SB.** Functional integration of neural grafts in Parkinson's disease. *Nature Neuroscience*, **1999**; 2(12):1047-1048.
- Bergamini MF, Santos AL, Stradiotto, NR, Zanoni MVB.** A disposable electrochemical sensor for the rapid determination of levodopa. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **2005**; 39(1-2):54-59.
- Blanco M, Coello J, Iturriaga H, Maspoch S, Villegas N.** Simultaneous spectrophotometric determination of levodopa and benserazide in a pharmaceutical. *Analytical letters*, **2000**; 33(13):2701-2718.
- Blandini F, Martignoni E, Pacchetti C, Desideri S, Rivellini D, Nappi, G.** Simultaneous determination of L-dopa and 3-O-methyldopa in human platelets and plasma using high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, **1997**; 700(1-2):278-282.
- Bugamelli F, Marcheselli C, Barba E, Raggi MA.** Determination of l-dopa, carbidopa, 3-O-methyldopa and entacapone in human plasma by HPLC-ED. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **2011**; 54(3):562-567.
- Coello J, Maspoch S, Villegas N.** Simultaneous kinetic-spectrophotometric determination of levodopa and benserazide by bi-and three-way partial least squares calibration. *Talanta*, **2000**; 53(3):627-637.
- Çakmur R.** Parkinson hastalığı ve medikal tedavisi. *Klinik Gelişim*, **2011**; 53-58.
- Das R.** A comparison of multiple classification methods for diagnosis of Parkinson disease. *Expert Systems with Applications*, **2010**; 37(2):1568-1572.
- Dinç E, Kaya S, Doganay T, Baleanu D.** Continuous wavelet and derivative transforms for the simultaneous quantitative analysis and dissolution test of levodopa-benserazide tablets. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **2007**; 44(4):991-995.

- Doležalová M, Tkaczykova M.** Direct high-performance liquid chromatographic determination of the enantiomeric purity of levodopa and methyl dopa: comparison with pharmacopoeial polarimetric methods. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **1999**; 19(3-4):555-567.
- Doshi AS, Upadhyay KJ, Mehta TN, Nanda N.** Development and application of a high-performance liquid chromatographic method for the determination of in vitro drug release of levodopa, carbidopa, and entacapone from a tablet formulation. *Journal of AOAC international*, **2009**; 92(2):394-403.
- Ertokuş GP, Özer T.** Parkinson Hastalığının Tedavisinde Kullanılan Levodopa ve Benserazid Etken Maddelerinin Kemometrik Tayini. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **2020**; 13(2):669-676.
- Gomez R, Hagel RB, MacMullan EA.** Levodopa. In *Analytical Profiles of Drug Substances*, Vol. 5, Academic Press, **1976**:189-223.
- Gorton JE, Jameson RF.** Complexes of doubly chelating ligands. Part I. Proton and copper (II) complexes of L-β-(3, 4-dihydroxyphenyl) alanine (DOPA). *Journal of the Chemical Society A: Inorganic, Physical, Theoretical*, **1968**: 2615-2618.
- Hassib ST.** Derivative spectrophotometric determination of levodopa and benserazide hydrochloride. *Analytical letters*, **1990**; 23(12):2195-2214.
- Issa YM, Hassoun ME, Zayed AG.** Application of high performance liquid chromatographic method for the determination of levodopa, carbidopa, and entacapone in tablet dosage forms. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, **2011**; 34(19):2433-2447.
- Karabudak R.** Parkinson hastalığı. Erişim: (<https://www.noroloji.org.tr/TND-Data/Uploads/files/parkinson%20hastal%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>) **2014**. Erişim tarih: 01.05.2021
- Krishna VR, Krishna KBM, Babu BH.** Development and validation of liquid chromatographic method for the simultaneous estimation of Levodopa, Carbidopa and Entacapone in the combined dosage form. *Journal of Pharmacy Research*, **2014**; 8(3):281-288.
- Kumar SS, Natraj K, Khan A, Kumar BK, Rao JV.** Development and Validation of RP-HPLC Method for simultaneous estimation of Levodopa and Carbidopa in pharmaceutical dosage forms. *Journal of Pharmacy Research*, **2011**; 4(11):4060-4062.
- Levodopa. Erişim: (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Levodopa>) bt. Erişim tarih: 27.04.2021.
- Little M, McSharry P, Hunter E, Spielman J, Ramig L.** Suitability of dysphonia measurements for telemonitoring of Parkinson's disease. *Nature Precedings*, **2008**; 1-1.
- Merck Index, 14th.Ed., Whitehouse Station NJ, Merck Research Laboratories Division of Merck and Co., Inc.; **2006**:1050.

Miller RB, Dehelean L, Belanger L. Determination of carbidopa and levodopa in human plasma by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection. *Chromatographia*, **1993**; 35(9):607-612.

Murakami K, Miyake Y, Sasak, S, Tanaka K, Fukushima W, Kiyohara, C, Fukuoka Kinki Parkinson's Disease Study Group. Dietary glycemic index is inversely associated with the risk of Parkinson's disease: a case-control study in Japan. *Nutrition*, **2010**; 26(5):515-521.

Özekmekçi S. Parkinson hastalığı tedavisi. Akılcı İlaç Kullanımı Sempozyumu. İstanbul-Türkiye, 14 Ocak **1999**: 143-149.

Patel HP. Development and Characterization of Multiple Unit Particle System Using Different Methods, Ganpat University, Doctoral Thesis, India, **2012**.

Paul S, Kokossis A, Gage H, Storey L, Lawrenson R, Trend P, Baker M. A semantically enabled formalism for the knowledge management of Parkinson's disease. *Medical informatics and the Internet in medicine*, **2006**; 31(2):101-120.

Reynolds JF. Martindale, The Extra Pharmacopoeia, 35th.Ed. (t.y.). London:P-harmaceutical Press:723-728.

Sagar KA, Smyth MR. Simultaneous determination of levodopa, carbidopa and their metabolites in human plasma and urine samples using LC-EC. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **2000**; 22(3):613-624.

Teixeira MF, Bergamini MF, Marques CM, Bocchi N. Voltammetric determination of L-dopa using an electrode modified with trinuclear ruthenium ammine complex (Ru-red) supported on Y-type zeolite. *Talanta*, **2004**; 63(4):1083-1088.

Tolokan A, Klebovich I, Balogh-Nemes K, Horvai G. Automated determination of levodopa and carbidopa in plasma by high-performance liquid chromatography-electrochemical detection using an on-line flow injection analysis sample pretreatment unit. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, **1997**; 698(1-2):201-207.

United state Pharmacopoeia/National formulary, Asian edition, **2009**:2771-2773.

Uslu B, Özkan SA. Determination of binary mixtures of levodopa and benserazide in pharmaceuticals by ratio-spectra derivative spectrophotometry. *Analytical letters*, **2002**; 35(2):303-314.

Vemić A, Stojanović BJ, Stamenković I, Malenović A. Chaotropic agents in liquid chromatographic method development for the simultaneous analysis of levodopa, carbidopa, entacapone and their impurities. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, **2013**; 77:9-15.

Wang J, Zhou Y, Liang J, He PG, Fang YZ. Determination of levodopa and benserazide hydrochloride in pharmaceutical formulations by CZE with amperometric detection. *Chromatographia*, **2005**; 61(5):265-270.

Yiğit G, Arıcıoğlu F. Günümüz ve Gelecekte Parkinson Hastalığı için Farmakolojik Tedavi Yaklaşımları. *Clinical and Experimental Health Sciences*, **2015**; 5(4):265-273.

Zaveri M, Dhru B, Khandhar A. Simultaneous estimation of levodopa, carbidopa and entacapone in pharmaceutical dosage by validated reverse phase high performance liquid chromatography. *Int J Inst Pharm Life Sci*, **2012**; 2:10-19.

Bölüm 22

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE COVID 19 PANDEMİSİNDE OZON UYGULAMALARI

Ebru AKLEYİN¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Dicle Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı.
ORCID ID: 0000-0003-4302-6561

Dünya Sağlık Örgütü, 11 Mart 2020'de Corona virüs salgını küresel pandemi olarak tanımlamıştır. Hastalığın solunum ve enfekte damlacıklar ile temas yoluyla bulaşması dünya genelinde diş hekimleri için endişeye yol açmıştır. Bu yüzden diş tedavilerinde çapraz enfeksiyon riski oluşturan aerosol salınımını azaltmak, hasta ile diş hekiminin aerosol maruziyetini en aza indirmek için atravmatik tedavi yaklaşımları önem kazanmıştır. Covid 19 pandemisinde aerosol üretimini azaltmada ozon tedavisi, remineralizasyonunda teşvik ettiği için popülarite kazanmıştır. Ozon uygulamalarının atravmatik, ağrısız, non-invaziv ve yan etkilerinin göreceli olarak yokluğu, özellikle çocukların diş uygulamalarında önemli bir tedavi seçeneği olmuştur (Sadasiyam ve Geata, 2021).

Ozon Yunanca koku anlamına gelen ozein kelimesinden gelmektedir. İlk olarak ozon Alman Christian Friedrich Schonbein isimli kimyager tarafından 1839 yılında üretildi. Oksijen / ozon tedavisinin insanlarda kullanımı uzun araştırmalar ve klinik uygulama geçmişine sahiptir. İlk tıbbi başvuru, 1870 yılında Dr. C. Lender test tüplerinde kanı temizlediğinde yapıldı. Tıbbi uygulamalar Avrupa ve Amerika'da yaygınlaştı. 1929 itibarıyla, oksijen / ozon tedavisi ile tedavi edilebilen 114'den fazla hastalık listelenmiştir. 1930 yılında Alman diş hekimi Dr. E.A. Fisch, İsviçre'nin Zürih kentindeki muayenesinde diş ameliyatından sonra ilk olarak ozonlu suyu dezenfektan ve yara iyileştirici olarak kullandı. (Saini, 2011).

Ozon, doğada üç değerlikli oksijen olarak bulunan keskin kokulu renksiz bir gaz olup güçlü bir oksitleyici ajandır. Ozon çok yüksek dezenfeksiyon gücüne sahiptir; bakterileri, virüsleri ve sporları etkili bir şekilde öldürebilir. Ozon tedavisi çok yönlü bir biyo- oksidatif olarak tanımlanabilir (Beretta ve Federici, 2017).

2019 yılında Çin'de ortaya çıkan ve dünya çapında hızla yayılan Covid 19 salgınında dezenfektan olarak kullanılmasının yanı sıra SARS-COV-2 virüsünün neden olduğu organ hasarlarında sitoprotektif bir role sahip olması ozonun popülaritesini ayrıca arttırmıştır (Martínez-Sánchez vd., 2020).

Düşük ozon dozları organizma için faydalı olabilir. Günümüzde ozon antimikrobiyal özelliğinin yanında bağışıklık uyarıcı, analjezik, antienflamatuar, antihipoksik ve detoksifiye etki, biyoenerjik ve biyosentetik ajan olarak tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde başarıyla kullanılmaktadır. Dişhekimliğinde ozon; süt dişi çürüğü, primer fissür çürüğü, kök çürüğünün önlenmesi, diş yüzeyinin remineralizasyonu, periodontal cep dezenfeksiyonu, kök kanallarının sterilizasyonu, diş hassasiyetinin giderilmesi, diş beyazlatma, TME tedavisi, mukozal lezyonların iyileşmesinin teşvik edilmesi, enfeksiyon kontrolü, ağız kokusu kontrolü, periimplantitis tedavisinde uygulanabilir (Beretta ve Federici, 2017).

Ozon geleneksel terapötik diş uygulamalarındaki malzeme ve tekniklere ek olarak dişin mikrobiyal aktivite direncini arttırarak dişin demineralizasyonunu azaltıp faydalı sonuçlar sağlar. Ozon tedavisinin tamamen ağrısız olması, hastanın kabul edilebilirliğinin daha kolay olması nedeniyle pediatrik hastalarda ideal bir tedavi seçeneği olabileceği düşünülmektedir (Maiya, 2011).

OZONUN DİŞHEKİMLİĞİNDE KULLANIM FORMLARI

Ozonun terapötik etkilerinin kullanımı dişhekimliğinde her alanı kapsamakta ve 3 formda kullanılabilir; gaz halinde ozon, ozonlu su, ozonlu yağ (Gallo ve Scribante, 2021).

Gaz halinde ozon; en sık restoratif diş hekimliği, çocuk diş hekimliği ve endodontide kullanılmaktadır. Ozonlu gazın ağız içinde topikal uygulamasında inhalasyon ve olumsuz etkilerden kaçınmak için ön koşul sızdırmaz bir emme sistemi yoluyla uygulanmasıdır. Ozon gazı uygulamalarının, noninvaziv tedavi yaklaşımında çürük lezyonunun durdurulması ve remineralizasyonunda, diş çürüklerinin tedavisinde, restorasyon yerleştirmeden önce kavite dezenfektanı olarak farklı çalışmalarda olumlu sonuçları bildirilmiştir (Loncar vd.,2009).

Ozon gazı üretimi, bir poliüretan konsolda yüksek voltaj yoluyla havanın geçişini içerir. Silikon başlık, üretilen ozonun bir el aleti ile hastaya verildiği dişlere göre ayarlanır ve belli saniyelerle uygulanır. Ozon gazı, tekrar oksijene dönüşmek üzere bir indirgeyici madde aracılığıyla jeneratöre geri işlenir (Ali ve Pathak 2021).

Başlangıçta CurOzone Inc. tarafından (Kanada) geliştirilen ve KaVo-Dental GmbH&Co.(Almanya) tarafından lisansı alınan Heal Ozone prosedürü; remineralize edici ajanların kullanımı, bir hasta seti, oral ağız hijyeni hakkında bir bilgi paketinden oluşur. Heal Ozon cihazı; hava filtresi, vakum pompası, ozon jeneratörü, sızdırmaz silikon kap ile donatılmış bir el aleti ve esnek bir hortum içerir. Prosedür genellikle diş başına 20 ila 120 saniye arasında sürer. Ozon uygulamasından hemen sonra diş yüzeyi remineralize edici bir 2 ml ampul florür, kalsiyum, çinko, fosfat ksilitol çözelti ile muamele edilir. Hastalara ayrıca bir hasta kiti de verilir. Buda diş macunu, ağız durulama ve ağız spreyinden oluşur, hepsi florür, kalsiyum, çinko, fosfat ve ksilitol içerir. Kavite olmayan lezyonların tedavisinde Heal Ozon uygulaması genellikle 3 ve 6 ayda bir tekrarlanır (Nyvad ve Ferjeskov, 1987).

Ozonlu suyun bakteri, mantar ve virüslere karşı etkili olduğu gösterilmiştir. Ozon suyu kullanan hastalarda sistemik ilaç tedavisi görenlere kıyasla diş çekiminden sonra komplikasyonların azaldığı ve daha hızlı iyileşme olduğu görüldü (Guerra vd., 1997). Ozon gazının solunum ile toksik

etkileri olduğu için ozonlanmış suyun oral enfeksiyonların ve çeşitli patojenlerin kontrolünde özellikle kök kanallarının dezenfeksiyonu ve ağız içi lezyonların iyileşmesinde faydalı ve daha ucuz olabileceği bildirilmiştir (Loncar vd., 2020).

Ozonlanmış yağın (Oleozone, Bioperoxoil), antimikrobiyal etkinliğinden dolayı kanal içi medikament olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Nogales vd.,2008).

OZONUN KONTRENDİKASYONLARI

Ozon, hamilelik, glukoz6-fosfatdehidrojenaz eksikliği (favizm), yakın zamanda geçirilmiş miyokard enfarktüsü, hipertiroidizm, şiddetli anemi, şiddetli miyasteni, kanama, akut alkol zehirlenmesi ve ozon alerjisinde kontrendikedir (Nogales vd., 2008).

OZONUN YAN ETKİLERİ

Ozonun terapötik uygulamaları herhangi bir zararlı etkiye neden olmamıştır. Ancak ozonun tutarsız kullanımının bazı yan etkilere neden olduğu bildirilmiştir. Bunlar; üst solunum yolu tahrişi, nefes darlığı, rinit, epifora, öksürük, baş ağrısı, mide bulantısı, kusma, dolaşımın zayıflaması, kalp problemleri ve felç olabilir. Fazla doz ozonun oksidasyonunun artması ofis ortamına kaçmasına neden olur. Ozon intoksikasyonu durumunda hastanın sırtüstü yatırılması gerekir. Tedavisinde E vitamini ve N-asetilsistein uygulanır (Nogales vd., 2008)

ÇOCUKLARIN OZON TEDAVİSİNE YAKLAŞIMI

Çoğu çocuk hastada diş tedavisine yönelik korku, kaygı ve genenekselle tedavilere karşı önyargı vardır. (Tiwari S vd., 2017).

Dahnhart ve ark., ozon uygulamaları ile tedavi edilen çocukların (ve ebeveynlerinin) kaygı düzeyini değerlendirdikleri çalışmada, tedavilerden önce tüm çocukların ve ebeveynlerin daha önce önemli kaygı bildirdiklerini ancak ozon tedavisini takiben gelecekteki ozon terapileri için geri dönmekten memnuniyet duyacaklarını ve % 80 ebeveynlerin bu terapi için daha fazla para ödemeye istekli olacaklarını bildirdi (Dahnhart vd., 2004)

Abu Nabaa ve ark. anksiyete anketi kullanarak yaptıkları çalışmada geleneksel diş hekimliği ve ozon tedavisini kıyaslamış, ozon tedavisinin kaygıyı en az tetiklediğini ayrıca ozon tedavisi görenlerin yüksek bir yüzdesinin (n:89) tekrar tedavi görmekten, masrafları karşılamaktan ve yakınlarına tavsiye etmekten memnuniyet duyacaklarını belirtmişlerdir (Abu Nabaa, 2004).

ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE OZON KULLANIM ALANLARI

1. Pit- Fissür ve Kök Çürüklerinin Profilaksisinde ve Remineralizasyonunda

Ozonun en önemli özelliği olan oksidan potansiyeli, mantarların ve bakterilerin hücre duvarlarının ve sitoplazmik zarlarının yıkımını indükleyerek ortaya çıkar. Bu işlem sırasında ozon glikolipidlere, glikoproteinlere ve amino asitlere saldırarak hücrelerin enzimatik kontrol sistemini inhibe eder. Hücrelerin membran geçirgenliği artar, ozon molekülleri hücreye girerek mikroorganizmanın ölmesine ve asidojenik bakterilerin ortadan kaldırılmasına neden olur. Karyojenez sırasında asidojenik (fermente) bakteriler tarafından üretilen pirüvik asit en güçlü doğal asittir. Ozon uygulamaları, pirüvik asidi asetik aside dekarboksile eder. Ortaya çıkan asedik asitin plak sıvısını tamponlayarak çürük lezyonlarının remineralizasyonunu teşvik edebileceği savunulmaktadır (Azarpazhooh ve Limeback, 2008).

Kronusova, ozon gazı tedavisinin tek başına veya remineralize edici bir çözelti ile kombine edildiğinde fissür çürüğü lezyonlarının remineralizasyonu için etkili olduğunu belirtmiştir (Kronusova 2007).

Abu Nabaa ve ark. klinik çalışmalarında primer oklüzal pit ve fissür çürük lezyonunun uyguladıkları ozon gazı tedavisinin, diş veya lezyonun konumu veya tipinden bağımsız olarak lezyonları önemli ölçüde remineralize ettiğini ve 10 saniyelik ozon tedavisinin fissür lezyonlarının tedavisinde alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. (Abu-Naba'a vd., 2003).

Huth ve ark., yaptıkları randomize klinik çalışmada remineralize solüsyonlar kullanılmadan ozon gazını kavitesiz fissür çürüklerine 40 saniye boyunca uygulamıştır. 3 aylık kontrollerde istatistiksel olarak anlamlı olmasada ozon uygulanan dişlerde başlangıç çürük lezyonlarının remineralize olduğunu bildirmiştir (Huth vd., 2005).

Danhart ve ark., 28 çocukta oklüzal lezyonlara 20 sn. ozon gazı (Heal ozon) uygulamış, 4, 6 ve 8 aylık kontrol sonrası ozon uygulanan dişlerde Diagnodent ölçümlerinde mine sertliğinde anlamlı bir iyileşme gördüklerini bildirmişlerdir (Danhart vd., 2004).

Çömlekçi ve ark., invitro olarak ozon gazını biyofilmlere 10, 20, 30 ve 40 sn süre ile uygulanmış, biyofilm üzerinde ağız mikroorganizmalarının antimikrobiyal etkinliği araştırılmıştır. 40 sn ozon uygulaması sonunda, ozonun kök ve çomak türü mikroorganizmalar üzerindeki başarı oranının en yüksek olduğunu belirlemiştir (Gençay 2009).

Baysal ve ark., invitro çalışmalarında 10 sn. ozon uygulamasının kök çürüklerindeki S. Mutans ve S. Sobrinus'un sayısını azalttığını belirlemiş ayrıca 10 veya 20 saniye ozonlu suya bırakılan primer kök çürüklü lezyonlarda artmış bir antimikrobiyal etkinlik gözlemişlerdir. (Baysan vd., 2000).

Baysan ve ark., yaptıkları klinik çalışmada 10sn ozon uygulamasının primer kök çürük lezyonlarının 12 aylık takip sonunda kontrol grubuna göre daha iyi remineralize olduğunu bildirmiştir (Baysan ve Lynch 2004).

Polydorou ve ark., invitro çalışmalarında ozon gazı ve iki dentin bağlama maddesinin antibakteriyel etkisini değerlendirdi. Bağlanma sistemleri ve 80 sn ozonun antimikrobiyal etkisinin 40 sn ozon uygulamasından daha yüksek olduğunu, ozon uygulamasının derin dentin tübüllerindeki mikroorganizmalar üzerinde güçlü bir bakterisid etkisi olduğunu bunun da restorasyonun başarısını arttırabileceğini bildirmişlerdir (Polydorou vd.,2006).

Ancak Rickard ve ark., 2004'te Conchore kütüphanesi veri kaynağı ile ozonun çürük üzerindeki etkisini değerlendirmek için yaptıkları sistematik derlemede 137 katılımcının olduğu 432 randomize lezyon içeren randomize kontrollü çalışmaların yüksek sapma hatası riski altında değerlendirildiğini ve ozon gazının dişlere uygulanması sonucu çürüklerin durduğuna veya remineralizasyon oluştuğuna dair yeterli yüksek güvenilir bir kanıtın olmadığını vurgulamışlardır (Rickard vd., 2004).

Brazelli ve ark., pit, fissür çürükleri ve kök çürüklerinin yönetimi için ozon gazının etkinliğini değerlendikleri sistematik derlemede, ozon tedavisinin pit ve fissür çürüklerinde tek başına pahalı olduğunu ancak primer kök çürüklerinde daha az maliyetli olduğunu bildirdiler. Mevcut tüm çalışmalardaki kanıtların oklüzal ve kök çürüklerinin yönetiminde ve maliyetinin belirlenmesinde yetersiz olduğu sonucuna vardılar (Brazzelli vd., 2006).

Azarpazhooh ve ark., sistematik derlemelerinin sonuçlarında ozon gazı uygulamasında, klinik çalışmaların primer ozon ve kök çürük lezyonları üzerinde odaklandığını ancak invitro ortamlardaki iyi kanıtlara rağmen ozonun klinik uygulamasının güçlü bir etkinlik ve maliyet düzeyine ulaşamadığı sonucuna varmışlardır (Azarpazhooh ve Limeback 2008).

2. Ağız İçi Enfeksiyonların Tedavisinde

Ozonlu su, dental plak oluşumunu güçlü bir şekilde inhibe ettiğini, hem gram pozitif hem de gram negatif mikroorganizmaların öldürülmesinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu ve aynı zamanda diğer kimyasallara kıyasla daha ucuz olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Nagayoshi vd., 2004).

Hunt ve ark., potansiyel bir antiseptik olarak ozonun sulu formunun, ozon gazına göre sitotoksitesinin daha az olduğunu ve sulu ozonun test edilen antiseptikler arasında en yüksek biyoyumluluğunu olduğunu belirtmişlerdir (Huth vd., 2006).

Flippi ve ark., ozonlanmış suyun epitel yarası üzerindeki etkisi ve ağız boşluğundaki iyileşme sürecini gözlemlendi. Ozonun yumuşak dokuda iyileşmeyi hızlandırdığı, özellikle aftöz ülserler, herpes labialis ve diğer diş eti enfeksiyonları kontrol etmekle beraber fizyolojik iyileşme hızını arttırdığını bildirdiler. Ayrıca alveolitis tedavisinde ozonlu suyun iyileşmeyi hızlandırabildiğini belirtmişlerdir (Filippi, 1997).

Azarpazhooh ve ark., sistematik derlemelerinin sonuçlarında sulu ozonun, oral epitel hücreleri, periodontal hücreler ve dişetinin fibroblast hücreleri ile invitro uyumluluğuna dair iyi kanıtların olduğunu ancak ozonun antimikrobiyal etkinliği ve ağız hastalıklarında uygulanmasına dair çelişkili kanıtlar olduğunu bildirmişlerdir (Azarpazhooh ve Limeback 2008).

3. Ortodontik Uygulamalarda

Bonding materyali ile yapıştırılan dişlerde, ortodontik tedaviden sonra 4 hafta içinde mine yüzeyinde gözle görünür beyaz nokta lezyonlarının geliştiği görülmüştür. Bu nedenle ortodontide mine profilaksisi büyük önem taşımaktadır. Ghobashy ve ark. ortodontik braketlerin etrafındaki mine üzerine ozonlanmış yağ uygulamasının demineralizasyonu önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir (Ghobashy ve El-Tokhey 2012).

Subgingival ozon irrigasyonunun, plak oluşumunu arttıran ortodontik apareyler nedeniyle ortodontik hastalarda aylık ziyaretler sırasında subgingival iltihaplanmayı azalttığını bildirilmiştir (Sujatha vd., 2013).

3. Kanal Tedavisi Uygulamalarında

Ozon apikal foramen ve onu çevreleyen destekleyici kemik dokusuna girip kemiğin iyileşmesini ve yenilenmesini teşvik eder. Periapikal lezyonların cerrahi olarak iyileşmesinde, kronik enfekte dişlerdeki anerobik bakterilerin neden olduğu kokunun giderilmesinde uygulanır. Kanalların doldurulmasından önce eğeler dezenfeksiyon için ozonlanmış yağ ile hazırlanır ve daha sonra ozonlu su ile yıkanıp kurutulur, ardından orta/yüksek konsantrasyonda ozon gazı her kanala yavaş insüflasyonlar ile elektrokimyasal olarak yan kanallara gider ve dentin tübülleri mikropları öldürür (Sujatha vd., 2013).

Nagayoshi ve ark., ozonlu su ile özellikle sonikasyon ile kök kanallarının irrigasyonunun, % 2.5 sodyum hipoklorit irrigasyonu ile aynı antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ozonlu suyun kök kanal

irrigasyonu için uygun olabileceği ve sitotoksitesinde düşük olduğunu bildirmişlerdir (Nagayoshi vd., 2004).

Nogales ve ark., ozonlu yağın (Oleozon, Bioperoxoil) stafilokoklar, streptokoklar, enterokoklar, psödomonas, escherichia coli ve özellikle mantar enfeksiyonlarının tedavisi için kullanılabileceğini ayrıca kalsiyum hidroksit patı yerine kanal içi medikament olarak kullanıldığında periradiküler doku yanıtında anlamlı fark görülmediğini belirtmişlerdir (Nogales vd., 2008).

Ozonun bu olumlu sonuçlarına rağmen Müller ve ark. ozon gazı, fotodinamik terapi (PDT) ve bilinen antiseptik ajanların (%0,2 ve %2 klorheksidin, %0,5 ve %5 hipoklorit) antimikrobiyal etkinliğini invitro olarak oral biyofilm üzerinde çalıştı. Sadece %5 hipoklorit solüsyonunun tüm bakterileri etkili bir şekilde ortadan kaldırdığını ozon gazının ve PDT'nin karyojenik bir biyofilimde organize olan mikroorganizmaların canlılığı üzerinde minimal etkiye sahip olduğunu bildirdi (Müller vd., 2007).

Estrela ve ark., ozonlanmış su, ozon gazı ve antiseptik ajanların (%2,5 hipoklorit ve %2 klorheksidin) antimikrobiyal etkilerini insan dişi kök kanallarındaki Enterococcus Faecalis'e tüm bu maddelerin antibakteriyal etkisi olmadığını belirtti (Estrela vd., 2007).

4. Devital Beyazlatmada

Travma yaralanmasına bağlı kanal tedavili dişlerde, kuron renklemeleri özellikle çocuklarda ön dişlerde önemli bir estetik problemidir. Geleneksel tedaviler zaman gerektirir ve sonuçlar bazen tatmin edici olmayabilir. Ozon gazı minimum 3-4 dakika ağartma maddesi yerleştirilen mineye ışınlanır. Ozon tedavisi dişi dakikalar içinde beyazlatır (Maiya, 2011; Garg, 2009)

5. Diş Hassasiyetlerinde

Ozon, diş yüzeyindeki smear tabakasını ortadan kaldırır, dentin tübülleri açarak çaplarını genişletir. Böylece kalsiyum ve florür iyonları dentini tıkamak için tübüllere kolayca ve etkili bir şekilde akar. Bu yüzden ozon dentinin geleneksel yöntemlere göre hassasiyetinin giderilebilmesinde etkili olabilir (Raafat vd., 2011).

6. Avülse Dişlerin Reimplantasyondan Önce Dekontaminasyonunda

Ebensberger ve ark non izotonik ozon suyu ile avülse dişlerin 2 dakika irrigasyonunun kök yüzeyinde mekanik ve dekontaminasyon sağladığını gözlemlemişlerdir (Ebensberger vd., 2002).

7. Çocuk Diş Fırçalarının Dekontaminasyonunda

Bezirtzoglou ve ark., çocukların diş fırçalarından *C. Albicans*, *Aerococcus Viridians*, *S. Aureus* ve *Staphylococcus Epidermidis* izole etmiştir. Diş fırçası kılları mikrobiyotasına karşı ozon tedavisinin maksimum dekontaminasyon etkinliğinin 30 dakika sonra gözlemlendiğini, ancak kısa süreli maruz kalmanın etkisiz olduğunu belirtmişlerdir (Bezirtzoglou vd., 2008). Ayrıca diş ünitesi su sisteminin biyolojik olarak kirlenmesinin önlenmesinde, 10 dakika uygulanan ozon, boru yüzeylerinde istenmeyen biyofilmin toplam canlı bakteri sayısında %65 azalmaya neden olur ancak tamamen ortadan kaldırmada başarılı olamamıştır (Walker vd., 2003).

SONUÇ

Ozon uygulamaları çocuk diş hekimliğinde ağrısız, minimal invaziv ve geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif olabilir. Özellikle Covid 19 pandemisinde ozon terapisi, özellikle oklüzal pit ve fissür çürüklerin ilerlemesinin kontrolünde, sürdürülebilir yeni bir aerosolsüz tedavi seçeneği sunabilir. Ancak ozon uygulamalarının kesin dozaj ve uygulama süresi konusunda hemfikir olunmaması, laboratuvar çalışmalarına karşı az sayıda klinik çalışma olması diş hekimliğinde ozon kullanımını sınırlamaktadır. Dişhekimliğinde bu umut verici ajanla, çocuk diş hekimliğinde kesin endikasyonları ve uygulama kılavuzlarını belirlemek için daha fazla sayıda randomize kontrollü klinik çalışma yapılması gerektiği düşünülmüştür.

KAYNAKÇA

- Abu-Nab'a, L., Shorman, A. L., & Lynch, E. (2003). Ozone treatment of primary occlusal pit and fissure caries. *Caries Research*, 37, 272.
- Abu-Naba'a, L. A. (2004). Management of primary occlusal pit and fissure caries using ozone. *Queen's University, Belfast, UK*.
- Ali, N., Agarwal, K., & Pathak, I. (2021). Ozone in dentistry: A review of literature. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 9(7), 120-123.
- Azarpazhooh, A., & Limeback, H. (2008). The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *Journal of Dentistry*, 36(2), 104-116.
- Baysan, A., Whiley, R. A., & Lynch, E. (2000). Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Research*, 34(6), 498-501.
- Baysan, A., & Lynch, E. (2004). Effect of ozone on the oral microbiota and clinical severity of primary root caries. *American Journal of Dentistry*, 17(1), 56-60.
- Beretta, M. Federici Canova, F. (2017). A new method for deep caries treatment in primary teeth using ozone: A retrospective study. *European Journal of Paediatrics Dentistry*, 18(2), 111-115.
- Bezirtzoglou, E., Cretoi, S. M., Moldoveanu, M., Alexopoulos, A., Lazar, V., & Nakou, M. (2008). A quantitative approach to the effectiveness of ozone against microbiota organisms colonizing toothbrushes. *Journal of Dentistry*, 36(8), 600-605.
- Brazzelli, M., McKenzie, L., Fielding, S., Fraser, C. M., Clarkson, J., Kilonzo, M. M., & Waugh, N. (2006). Systematic review of the effectiveness and cost-effectiveness of HealOzone for the treatment of occlusal pit/fissure caries and root caries. *Health Technology Assessment (Winchester, England)*, 10, 50.
- Daehnhardt, J. E., Jaeggi, T., Scheidegger, N., Kellerhoff, N., Francescut, P., & Lussi, A. (2003, June). Treating caries in anxious children with ozone: Parents' attitudes after the first session. In *Journal of Dental Research*, 82, 265.
- Ebensberger, U., Pohl, Y., & Filippi, A. (2002). PCNA-expression of cementoblasts and fibroblasts on the root surface after extraoral rinsing for decontamination. *Dental Traumatology*, 18(5), 262-266.
- Estrela, C., Estrela, C. R. A., Decurcio, D. A., Hollanda, A. C. B., & Silva, J. A. (2007). Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *International Endodontic Journal*, 40(2), 85-93.

- Filippi, A. (1997). The influence of ozonized water on the epithelial wound healing process in the oral cavity. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 56, 104-108
- Gallo, S., & Scribante, A. (2021, March). Ozone therapy in dentistry: from traditional applications towards innovative ones. A review of the literature. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 707, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Garg, R., & Tandon, S. (2009). Ozone: A new face of dentistry. *International Journal of Dental Science*, 7(2).
- Gençay, D. (2009). *Ozonun antimikrobiyal etkinliğinin çürük tedavisinde in vitro olarak değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Ghobashy, S., & El-Tokhey, H. (2012). In vivo study of the effectiveness of ozonized olive oil gel on inhibiting enamel demineralization during orthodontic treatment. *Egyptian Orthodontic Journal*, 41, 93-113.
- Guerra, O. C., Cepero, S. M., Jordan, M., & Vazquez, T. C. (1997). De la aplicación en el tratamiento de la ozonoterapia alveolitis. *Review of Cubana Estomatologia*, 34, 21-24.
- Huth, K. C., Paschos, E., Brand, K., & Hickel, R. (2005). Effect of ozone on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars: A controlled prospective clinical study. *American Journal of Dentistry*, 18(4), 223-228.
- Huth, K. C., Jakob, F. M., Saugel, B., Cappello, C., Paschos, E., Hollweck, R., ... & Brand, K. (2006). Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *European G-Journal of Oral Sciences*, 114(5), 435-440.
- Kronusova, M. (2007). Aplikace atomárního kyslíku v ordinaci praktického zubního lékaře. *Progressivedental*, 3, 34-36.
- Loncar, B., Stipetic, M. M., Matosevic, D., & Tarle, Z. (2009). Ozone application in dentistry. *Archives of Medical Research*, 40(2), 136-137.
- Maiya, A. (2011). Applications of ozone in dentistry. *International Journal of Clinical Dental Science*, 2(3).
- Martínez-Sánchez, G., Schwartz, A., & Di Donna, V. (2020). Potential cytoprotective activity of ozone therapy in SARS-CoV-2/COVID-19. *Antioxidants*, 9(5), 389.
- Müller, P., Guggenheim, B., & Schmidlin, P. R. (2007). Efficacy of gasiform ozone and photodynamic therapy on a multispecies oral biofilm in vitro. *European Journal of Oral Sciences*, 115(1), 77-80.
- Nagayoshi, M., Fukuizumi, T., Kitamura, C., Yano, J., Terashita, M., & Nishihara, T. (2004). Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral microbiology and Immunology*, 19(4), 240-246.

- Nogales, C. G., Ferrari, P. H., Kantorovich, E. O., & Lage-Marques, J. L. (2008). Ozone therapy in medicine and dentistry. *The Journal of Contemporary Dental Practise*, 9(4), 75-84.
- Nyvad, B., & Ferjeskov, O. (1987). Transmission electron microscopy of early microbial colonization of human enamel and root surfaces in-vivo. *Scandinavian Journal of Dentistry Research*, 95, 297-230.
- Polydorou, O., Pelz, K., & Hahn, P. (2006). Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. *European Journal of Oral Sciences*, 114(4), 349-353.
- Raafat Abdelaziz, R., Mosallam, R. S., & Yousry, M. M. (2011). Tubular occlusion of simulated hypersensitive dentin by the combined use of ozone and desensitizing agents. *Acta Odontologica Scandinavica*, 69(6), 395-400.
- Rickard, G. D., Richardson, R. J., Johnson, T. M., McColl, D. C., & Hooper, L. (2004). Ozone therapy for the treatment of dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3.
- Saini, R. (2011) Ozone therapy in dentistry: A strategic review. *Journal of Natural Science, Biology, and Medicine*, 2(2), 151.
- Sadasivam, S., Geeta, I. B. (2021). “ The new pandemic challenge in dentistry” ozone in aerosol free dental procedures post Covid 19: A review article. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 10(30), 2325-2331.
- Sujatha, B., Kumar, M. G., Pratap, G. M., & Vardhan, R. (2013). Ozone therapy—A paradigm shift in dentistry. *Health of Science*, 2(3), 1-10.
- Tiwari, S., Avinash, A., Katiyar, S., Iyer, A. A., & Jain, S. (2017). Dental applications of ozone therapy: A review of literature. *The Saudi Journal for Dental Research*, 8(1-2), 105-111.
- Walker, J. T., Bradshaw, D. J., Fulford, M. R., & Marsh, P. D. (2003). Microbiological evaluation of a range of disinfectant products to control mixed-species biofilm contamination in a laboratory model of a dental unit water system. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(6), 3327-3332.

Bölüm 23

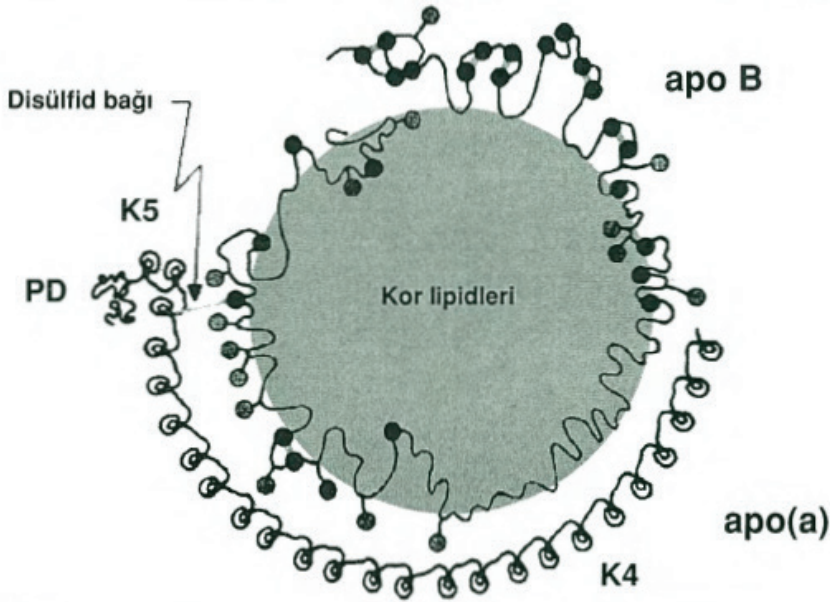
LİPOPROTEİN (A) VE KLİNİK ÖNEMİ

Nilüfer BULUT¹

¹ Arş.Gör., İnönü Üniversitesi/Tıp Fakültesi/Tıbbi Biyokimya ABD/Temel Tıp Bilimleri Bölümü

1. Lipoprotein (a) ve Yapısal Özellikleri

Lipoprotein (a) [Lp(a)], apo B-100'e kovalent olarak bağlı apolipoprotein(a) [apo(a)] ile karakterize edilir ve ilk olarak 1963 yılında Berg tarafından insan plazmasında tanımlanmıştır (1). Lp(a) partikülü, yaklaşık 25 nm çapında ve 1.05 ila 1.12 g/mL arasında değişen yoğunluğa sahip küresel bir makromoleküler komplekstir (2). Yapısal olarak kolesterolden zengin, düşük yoğunluklu lipoproteine (LDL'ye) benzerlik gösterir (3,4). Her ikisi arasındaki en büyük yapısal fark, apo B'dekine ek olarak, Lp(a)'nın ikinci bir protein olan apo(a)'ya sahip olmasıdır, ve apo(a) da kovalent olmayan etkileşimler yoluyla bir disülfid köprüsü ile apo B-100'e bağlanır (2). Aşağıda **Şekil 1**'de Lp(a)'nın moleküler yapısı verilmiştir (5).



Şekil 1. *Lp(a) molekülünün yapısı*

Lp(a) ve LDL karşılaştırılacak olursa, ikisinin de benzer bir fosfolipid bileşimi ve yağ asidi kalıntıları dağılımı sergilediği söylenebilir. Fosfatidilkolin (PC) ve sfingomiyelin (SM), Lp(a)'da bulunan başlıca fosfolipidlerdir. Fosfolipitler, serbest kolesterol ve proteinler, partiküllerin yüzey tabakasında bulunur. Hem Lp(a) hem de LDL, hidrofobik çekirdeklerinde esterlenmiş kolesterol ve trigliseritler içerir. Ayrıca her iki lipoproteinin de önemli miktarlarda l-alk-l'-enil açilgliserofosfolipid (plazmalojen) içerdiği bildirilmiştir (6).

Apo(a) ise, amfipatik sarmalları olmayan hidrofilik, karbonhidrattan zengin bir yapıya sahip olduğu için diğer apolipoproteinlerden yapısal

olarak farklıdır. Apo(a), kringles (K) olarak adlandırılan üç disülfid bağı ile, stabilize edilmiş beş triloop yapısı ve bir proteaz alanı içeren, fibrinolitik sistemin proteinlerinden biri olan plazma plazminojenine yüksek oranda homologtur (2,3). Elektron mikroskobu çalışmaları, apo(a)'nın LDL molekülü etrafına sarıldığını göstermiş ve bu durum da apo(a) ve apo B proteinleri arasında çoklu temas olduğunu düşündürmüştür. Bu düşünce, son yıllarda yapılan apo B ile kovalent olmayan iki aşamalı bir şekilde etkileşime giren çoklu apo(a) dizilerini tanımlayan çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Mevcut bilgilerden, Lp(a) oluşumunun karmaşık olduğu ve disülfid bağının oluşumundan önce iki proteinin verimli bir şekilde birleşmesi için çoklu apo(a)/apo B etkileşimleri gerektirdiği söylenebilir (7).

Elektroforez ve immüno blotlama teknikleri kullanılarak, Lp(a) için 6 farklı allel tanımlanmıştır: İzoformlar, Lp(a) plazma konsantrasyonu için belirleyicidir, çünkü Lp(a) sentezinde sınırlayıcı bir faktörü temsil eder. Daha küçük proteinler, daha yüksek moleküler ağırlıklı olanlardan daha verimli bir şekilde salgılanır. Dolayısıyla apo(a) izoformlarının moleküler ağırlığı ile Lp(a)'nın plazma konsantrasyonu arasında güçlü bir ters korelasyon vardır (2).

2000'li yılların sonlarına doğru yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin çoğu, Lp(a) oluşumunun gerçekleştiği yerin hücre dışı olarak, ya dolaşımda ya da hepatosit yüzeyinde gerçekleştiğini göstermekteydi (8). Bununla birlikte, insanlarda yapılan kinetik çalışmalardan Lp(a)'nın oluşumunda hücre içi birleşim için de bazı kanıtlar elde edilmiştir (7). Fakat yıllarca süren araştırmalara rağmen, spesifik olarak, apo(a) ve apo B-100'ün Lp(a) oluşturmak üzere nereye bağlandıkları konusunda devam eden tartışmalar vardır. Hangi apo B-100 lipoproteinlerinin, Lp(a) oluşturmak için apo(a)'ya bağlandığı, apo(a) bağlanmasının tersine çevrilebilir olup olmadığı, apo(a)'nın dolaşımdaki ömrü boyunca birden fazla apo B-100 lipoproteine bağlanmasına izin verip vermediği; ve Lp(a) veya apo(a)'nın dolaşımı nasıl terk ettiği konusunda bazı görüşler olsa da hala belirsizliğini korumaktadır (9). Bu nedenle literatürde birçok çalışmada Lp(a)'nın bu aydınlatılmayı bekleyen yönlerine farklı vurgular yapılarak, önemine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. “Gizemli”, “anlaşılmaz” ve “esrarengiz”, bu aterojenik lipoprotein parçacığını tanımlamak için kullanılan sıfatlardan sadece birkaçıdır (10).

2. Lp (a) Metabolizması

Dolaşımdaki Lp(a) seviyeleri, yaş, cinsiyet, açlık durumu, inflamasyon, diyet veya fiziksel aktivite gibi yaşam tarzı etkileri olmaksızın öncelikle LPA gen lokusu tarafından belirlenir (11). Lp(a) metabolizmasını anlamanın doğasında var olan zorluklar daha önce çeşitli araştırmacılar

tarafından gözden geçirilmiştir (9). Lp(a)'nın, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) metabolizmasından türetilmediği ve apo B içeren lipoproteinlerin, neredeyse sadece karaciğer tarafından elde edildiği bilinmektedir (12). Bu nedenle karaciğer, Lp(a) sentezinin ana yeri olarak tanımlanmıştır. Lp(a) ve onun yapısal analogu olan plazminojen sentezi arasında koordinasyon olmadığı için apo(a) ve apo B-100'ün sentez yolları arasında koordinasyon yoktur (2).

Lp(a), LDL'den daha uzun bir plazmada kalış süresine sahiptir. Bunun nedeni, apo B'nin LDL reseptörü (LDLR) bağlama bölgesine kovalent olarak bağlanan ve apo B'den daha büyük olabilen apo(a) bileşeninin LDLR'ye kenetlenmeye müdahale etmesi, LDLR yoluyla klirensi azaltması olabilir ve bu da alternatif yollardan geçiş gerektirir (12). Lp(a) ve LDL arasındaki yapısal benzerliklere rağmen, Lp(a) sentezi ve metabolizması tam olarak aydınlatılamamıştır ve LDL sentezi ve metabolizmasından tamamen bağımsızdır. Önceki yıllarda yapılan in vitro çalışmalar, apo(a) sentezinin hepatositlerde gerçekleştiğini ve apo B-100 ile ilişkisinin hücre yüzeyinde gerçekleşmesi gerektiğini göstermiştir (13). Lp(a)'nın oluşma yeri ise netleştirilmemiştir. Fakat hepatosit, Disse alanı veya plazma bölmesi içinde olabileceği sonucuna varılmıştır (12). Ferretti ve arkadaşları da 2018 yılında yazdıkları geniş kapsamlı derlemede, hücre kültürlerinde yapılan çalışmalardan, Lp(a)'nın oluşumunun karaciğer yüzeyinde veya plazmadan ayrılmış ekstra hepatik bir boşlukta gerçekleştiği bir modele işaret etmişlerdir (3). Hayvan çalışmalarından elde edilen verilerden, kas ve dalakta bir miktar Lp(a) birikimi rapor edilmiş olsa da, başlıca Lp(a) metabolizması bölgesi karaciğer gibi görünmektedir. Ayrıca insan idrarında apo(a) parçalarının bulunması, böbreğin Lp(a) katabolizması için ana yol olmamasına rağmen Lp(a) klirensinde de rol oynadığını düşündürür (7). Hem hepatik hem de renal yolların, karaciğer klirensinin baskın olduğu varsayılan Lp(a) katabolizmasına dahil olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, periferik dokular da Lp(a)'nın dolaşımdan uzaklaştırılmasına katkıda bulunabilir (3).

Apo(a) ve apo B'nin Lp(a)'ya bağlanması genellikle iki aşamalı bir prosedür olarak görülür. İlk adımda, apo B molekülü içindeki farklı alanlar, iki molekülü birbirine yakın hale getirmek için başlangıçta kovalent olmayan bir etkileşimle apo(a) ile birleşir. İkinci adımda, apo(a) sistein 4057 ve apo B sistein 4326 kalıntıları arasında bir disülfid bağı oluşturulur. Bu disülfid bağının kendiliğinden bir oksidasyon reaksiyonu yoluyla mı, yoksa belirli bir enzimatik reaksiyon yoluyla mı oluşturulduğu belirsizdir. Apo(a) ve apo B-100 arasındaki disülfid bağı, LDL'nin reseptörüne bağlanma bölgesinin yakınında bulunur. Apo(a) ile apo B etkileşimleri, apo B'nin üç boyutlu yapısını modüle eder. Apo(a) ayrıca amino asit dizisi plazminojeninkiyle %94 örtüşen bir inaktif proteaz veya

serin-proteaz alanı içerir. Apo(a)'nın proteaz alanı, sağlam bir Ser-His-Asp katalitik üçlüsüne sahip olmasına rağmen katalitik olarak aktif değildir. Ayrıca bazı çalışmalarda Lp(a)'nın küçük bir yüzdesinin de dolaşımdaki LDL'den geldiği belirtilmektedir (3,14).

Hücre kültürünü, hayvan modellerini ve insanları kullanan birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalara rağmen Lp(a)'nın plazmadan temizlendiği mekanizmalar ise hala tartışmalıdır ve LDLR'nin atılımda rol oynayıp oynamadığına dair farklı görüşler vardır. LDL'ye benzerliği nedeniyle, başlangıçta Lp(a)'nın LDLR yoluyla atılacağı düşünülüyordu. Lp(a)'nın LDLR'ye bağlanmasına ilişkin in vitro olarak yapılan deneyler ile, Lp(a)'nın LDLR için düşük bir afinite göstermiş olduğu bulunmuştur (7). Lp(a) ile ilgili hayvan ve insan çalışmaları, LDLR'nin minimum etkisi olduğunu ya da hiç etkisi olmadığını düşündürürken; hücre kültürü çalışmaları ve LDLR mutasyonlarına bağlı ailesel hiperkolesterolemili hastalarda olduğu gibi LDLR eksikliğinin klinik fenotipleri, tersini düşündürmektedir (12). Bununla ilgili Kraft ve arkadaşları çalışmalarında ailesel hiperkolesterolemili kişilerde Lp(a) seviyelerinin yükseldiğini belirtmiş ve aynı alel boyutlarına sahip Lp(a) için konsantrasyonun, LDLR'lerinin gen dozuna bağlı olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma Lp(a)'nın dolaşımdan temizlenmesinde LDLR'lerin bir rolü olabileceğine işaret etmektedir (15). Statinler, LDLR'lerinin süper ekspresyonunu indüklediği için, eğer reseptör bu işlem için gerekli olsaydı, daha fazla Lp(a)'nın plazmadan uzaklaştırılması ve buna bağlı olarak daha düşük Lp(a) plazma seviyeleri beklenirdi (2). Çalışmalarla sadece statinlerin değil, safra asidi bağlayıcı reçineler ve ezetimib dahil olmak üzere LDLR sayısını açıkça artıran ilaçların plazma Lp(a) konsantrasyonlarını etkilemediği belirtilmiştir (9). Statinler, LDLR geninin ekspresyonunu up-regüle ederek çalıştığından LDLR Lp(a) klirensinde önemli bir rol oynasaydı, bu ilaçların etkili Lp(a) düşürücü ajanlar olması beklenirdi (7). Statinlerin LDLR sayılarını yükselttiği, ancak Lp(a)'yı düşürmediği ve proprotein konvertaz subtilisin/kexintip 9 (PCSK9) inhibitörlerinin de LDLR sayılarını artırdığı, fakat Lp(a)'yı bir miktar azalttığı sonucu gözönünde bulundurulursa, LDLR'nin bu atılımda etkisi varsa da, muhtemelen mütevazı bir rolü vardır denilebilir (12). Mutant LDLR'leri olan ailesel hiperkolesterolemili bireylerle ilgili bazı çalışmalar da, ailesel hiperkolesterolemili bireylerinin kontrol deneklerinden daha yüksek Lp(a) seviyelerine sahip olduğunu göstererek bu hipotezi desteklemiştir ve ailesel hiperkolesterolemili deneklerin in vivo kinetik çalışması, Lp(a) katabolizması için LDLR'nin gerekli olmadığını göstermiştir (7).

Sonuç olarak LDLR genini aşırı eksprese eden farelerde Lp(a) klirensi arttığından ve LDLR geninden yoksun tavşanlarda tersine yüksek Lp(a) seviyeleri gösterdiğinden, hayvan çalışmaları Lp(a) alımında LDLR'nin

rolünü desteklemektedir. Fakat Lp(a) klerensinde LDLR'nin rolünü desteklemeyen çalışmalar da vardır ki bunlar statinlerin Lp(a) seviyeleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildiren göz ardı edilemeyecek nitelikte büyük klinik araştırmalardır (7). Bu amaçla yapılmış bir başka çalışmada da LDLR eksikliği olduğu bilinen heterozigot ailesel hiperkolesterolemili hastalarda yüksek Lp(a) plazma düzeyleri gösterilmiştir. Bu artışın, Lp(a)'nın apo B-100'ü ile etkileşime giren reseptördeki bir kusurun doğrudan bir sonucu olduğu düşünüldüğünde, apo B-100'deki genetik kusurun, LDL'dekine benzer şekilde aynı duruma neden olması beklenir. Ancak bu durum doğrulanamamıştır çünkü Lp(a) plazma seviyeleri apo B-100 mutasyonundan etkilenmemiştir. Ek olarak, Lp(a)'nın sadece küçük bir kısmı hepatoma hücrelerine LDLR yoluyla bağlanır ve lipoproteinlerin büyük kısmı bu hücrelerle başka bir hücrel mekanizma yoluyla birleşir (2,16). Bununla birlikte, VLDL lipolizi, lipid düzeyleri normal olan hastalarda kateterizasyon sırasında heparin aşılması ile uyarıldığında, Lp(a) konsantrasyonunda değişiklik olmaksızın trigliserit düzeylerinde bir azalma olmuştur. Bu durum, Lp(a) seviyelerinin lipoprotein lipaz aktivitesi ile de ilgili olmadığını doğrular (17). Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, lipid taşınması veya metabolizma düzenlemesinde Lp(a) için fizyolojik bir işlev kanıtlanamamıştır. Bu nedenle, mevcut araştırma sonuçlarından hareketle LDLR'nin Lp(a)'nın uzaklaştırılması üzerine etki etmesine rağmen, bu süreçteki rolü sınırlıdır denilebilir (2).

3. Lp(a) ve Genetik Etkiler

Lp(a)'nın plazma konsantrasyonları oldukça kalıtsaldır, değişkendir ve çevresel faktörler tarafından büyük ölçüde değişmez (7). Aynı popülasyondaki bireyler arasında Lp(a)'nın plazma seviyelerinde büyük farklılıklara (1000 kata kadar) apo(a)'nın genetik değişkenliği ve Lp(a) sentezi ve metabolizması ile ilgili diğer genlerin neden olduğu öne sürülmüştür (18). Apo(a) geninin oldukça heterojen yapısını düşününce, apo(a) boyutu polimorfizminin Lp(a) seviyeleri üzerinde büyük bir etkisi olduğu açıktır. Bu durum ilk olarak KIV tekrarlarının sayısı ile plazma Lp(a) seviyeleri arasında ters bir ilişki olduğunu gösteren Utermann tarafından keşfedilmiştir (19). Daha sonra yapılan çalışmalarda da popülasyonlar arasındaki Lp(a) düzeylerinin farklılığı, Lp(a) seviyelerinin kontrolünde etnik farklılıkların olduğunu doğrular niteliktedir. Örneğin, Afrika popülasyonları, Kafkas popülasyonlarına kıyasla daha yüksek Lp(a) düzeylerine sahiptir (20). Kafkasyalılarda Lp(a) konsantrasyonlarının popülasyon dağılımı son derece geniş ve oldukça çarpık olmasına rağmen, aynı zamanda oldukça sıkı genetik kontrol altındadır. Plazma Lp(a) konsantrasyonlarının bu sıkı genetik kontrolü ve yüksek plazma Lp(a) konsantrasyonlarının erken miyokard enfarktüsü ile ilişkisi, öngörücü tip için özellikle önemlidir (21). Lp(a)'nın sebep olduğu ileri sürülen

kardiyovasküler hastalıklar ile ilgili ise nedensel bir ilişki olduğuna dair en güçlü kanıt, 1990'ların başında ilk kez uygulanan bir genetik çalışmadan gelmektedir. Bu çalışma erken yaşamlarından itibaren yüksek Lp(a) konsantrasyonlarına maruz kalan küçük apo(a) izoformlarının taşıyıcılarının kardiyovasküler hastalıklar için belirgin bir şekilde artmış riske sahip olduğunu açıkça göstermiştir (22). Irksal olarak bakıldığında, siyahi bireylerde, ortalama Lp(a) konsantrasyonları, Kafkasyalı ve Doğulu bireylere göre 2 ila 3 kat daha fazla olmak üzere belirgin şekilde yüksek bulunmuştur (23). Cinsiyet ve yaşın ise Lp(a) seviyeleri üzerinde çok az etkisi olduğu söylenmektedir (2).

4. Lp(a) Düzeyleri ve Ölçümü

İnsanlarda yapılan araştırmalar, Lp(a) seviyelerinin büyük ölçüde değişken olduğunu ve apo(a) geni tarafından sıkı genetik kontrol altında olduğunu göstermiştir. Genel olarak, seviyeleri etkileyebilecek bazı faktörler tanımlanmış olmasına rağmen, önemli noktalara dikkat edildiği takdirde Lp(a) seviyelerinin manipüle edilmesinin zor olduğu vurgulanmaktadır (7). Daha önce bu konuyla ilgili yapılmış bir çalışmada Lp(a) konsantrasyonlarının, “patolojik” bir aralıkta olup olmadığına bakılmaksızın, apo(a) tipine bağlı olduğu vurgulanmış ve kişisel bir risk değerlendirmesi için ailesel hiperkolesterolemisi olan kişilerde ve muhtemelen LDL konsantrasyonları yüksek olan kişilerde plazma Lp(a) konsantrasyonunun belirlenmesi önerilmiştir (21). Lp(a) lokusundaki genetik varyasyon ve Lp(a) sentezi ve metabolizması ile ilgili diğer bazı genler, plazma Lp(a) seviyelerinin düzenlenmesinde kritik bir rol oynar. Lp(a)'nın plazma seviyesi, kalıttan önemli ölçüde etkilenir. Bu, apo(a)'yı kodlayan gen düzeyinde kontrol edilir. Genel olarak, apo(a) boyutu ile Lp(a) arasında ters bir korelasyon vardır. Daha küçük apo(a) boyutu, daha yüksek plazma Lp(a) seviyeleri ile ilişkilidir, ancak bireyler arası ve etnik gruplar arası heterojenliğin de dikkate alınması gerekir (3).

İnsan numunelerindeki Lp(a) seviyeleri esas olarak apo(a)'ya karşı poliklonal antikorlara sahip immünoanalizler kullanılarak ölçülür (24). Lp(a)'yı ölçmek için en yaygın yöntem, monoklonal anti-apo(a) antikorları kullanarak apo(a) konsantrasyonunun belirlenmesini içerir. İlk olarak ticari kitler ile, radyoimmünoassay veya radyal immünodifüzyon yöntem kullanılarak Lp(a) ölçülmüştür (2). Lp(a) şu anda, enzim bağlantılı immüno sorbent analiz (ELISA), immünoturbidometrik analiz ve Lp(a)'nın apo(a) kısmına spesifik antikorları kullanan immünonefelometrik testler dahil olmak üzere ticari olarak temin edilebilen bir dizi immünoanaliz ile ölçülmektedir. Antikorların farklı apo(a) boyutlu izoformlara afinitesi ile ilgili olarak bu yöntemlerin çoğunda bir ikilem vardır (7). Bu tür tahlillerde kullanılan antikorlar genel olarak kringle alanları tanır. Test kringle alanlarının toplam miktarını ölçtüğü için, sırasıyla küçük (daha

az kringle alanı) veya büyük (daha fazla kringle alanı) apo(a) izoformu olan hastalarda Lp(a) seviyeleri eksik veya fazla tahmin edilebilir (2,24). Lp(a)'nın klinik kullanımındaki bir diğer problem de ölçüm ve hedef seviyelerinin standardize edilmemiş olmasıdır. Bazı analizlerde, tercih edilen konsantrasyon birimi olan nmol/L yerine, mg/dL olarak sonuç verilmektedir (25). Bu sorunlar, standart kalibrasyon kullanılarak ve Lp(a) seviyelerinin apo(a) partiküllerinin konsantrasyonu (nmol/L) olarak ifade edilmesiyle iyileştirilebilir (24). Bunun dışında numunelerin saklanma koşulları da ölçüm için bir sorun olabilir. Lp(a) ölçümü için numunelerin uzun süre optimum altı sıcaklıklarda saklanması, Lp(a) partikülünün fiziksel olarak bozulmasına ve immünoreaktivitesinde değişikliklere yol açabilir (26).

Bu konuyla ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir diğer önemli nokta ise Lp(a)'daki apo B-100'ün mevcudiyetidir. Kimyasal çökeltme yöntemi kullanılarak lipoproteinleri ayırmak için şu anda kullanılan deneyler, lipoproteinin de LDL ile birlikte çökmesini sağlar. Bu, Friedewald formülü ile hesaplanan LDL değerlerine de yansır. Bu nedenle, bir hastadaki Lp(a) konsantrasyonu yüksekse, bu formülle LDL-kolesterol hesaplaması yapılması gerekiyorsa, Lp(a) konsantrasyonunu dikkate alan düzeltmeler olmadan hesaplamak doğru olmaz (2).

5. Lp(a) Düşürücü Terapötik Ajanlar

Enzim aktivitesini veya reseptörleri inhibe eden ya da proteinleri inaktive eden küçük moleküller ve antikorlar, mevcut farmasötiklerin temel dayanağıdır. Lp(a)'nın enzim aktivitesi olmadığından ve dolaşımdaki kütle seviyeleri nispeten yüksek olduğundan, bu yaklaşımların hiçbirisi Lp(a) seviyelerini düşüremez. Apo(a) hepatositler tarafından sentezlendiğinden, Lp(a)'ya müdahalede de hepatositlere yönelik tedavilerin en etkili olması muhtemeldir (12). Literatüre bakıldığında geleneksel lipoprotein düşürücü ilaçların çoğunun, Lp(a) seviyelerini önemli ölçüde değiştirmedeği görülmüştür (7).

5.1. Statin, Fibrat, Niasin gibi Lipid Düşürücü İlaçlar: Statinler veya Fibratlar gibi geleneksel lipid düşürücü tedaviler, sürekli olarak Lp(a) konsantrasyonlarında bir azalma ile sonuçlanmaz. Statin tedavisi, Lp(a)'yı düşürme eğiliminde olan niasin ve ezetimibden farklı olarak Lp(a) düzeylerini düşürmez (2). Lp(a) seviyelerinin statinler veya fibratlar gibi geleneksel lipid düşürücü ilaçlara genellikle yanıt vermediği belirlenmiş olsa da bunun bir istisnası, yüksek dozlarda (2 ila 3 g/gün) verildiğinde Lp(a) düzeylerini etkili bir şekilde düşürdüğü rutin olarak gösterilen niasindir (27,28). Yapılmış bir başka çalışmada uzatılmış salımlı niasinin, dislipidemisi olan diyabetik hastalarda Lp(a) düzeylerini düşürdüğü gözlenmiştir. Hem uzatılmış salımlı niasinin hem de yüksek dozlarda

konvansiyonel niasinin, dislipidemiyi tedavi etmek için iyi ilaçlar olduğu vurgulanmıştır, çünkü bu ilaçlar LDL-kolesterol düzeylerini düşürmenin yanı sıra HDL kolesterol düzeylerini artırır ve Lp(a) düzeylerini düşürürler (29). Ama ne yazık ki, yüksek dozlarda niasin baş ağrısı, kızarma, ishal, kusma, taşikardi ve karaciğer toksisitesi gibi uyumsuzluğa yol açabilecek yan etkiler ile ilişkilendirilmiştir (2,7). Fakat niasinden 30 dakika önce aspirin verilmesinin bu etkilerin bazılarını hafifletebileceği de belirtilmiştir (2). Statinlere göre daha az tercih edilen lovastatin, simvastatin ve gemfibrozil gibi üç ilacın etkinliğine bakılan bir çalışmada ise simvastatinin Lp(a)'yı azaltmada daha fazla etkinlik gösterdiği bulunmuştur (30).

5.2. LDL Aferezi ve Hormon Replasman Tedavisi: Lp(a) seviyelerini etkili bir şekilde düşüren daha az geleneksel tedaviler de vardır. Örneğin, LDL aferezi ve hormon replasman tedavisi bunlar arasındadır. LDL aferezinin Lp(a) düzeylerini %50'den fazla düşürdüğü rapor edilmiştir (31). Bununla birlikte, bu prosedür çok maliyetlidir, zaman alıcıdır ve genellikle ailesel hiperkolesterolemi homozigotları gibi aşırı hiperkolesterolemi formlarına sahip kişiler için ayrılmıştır (7). Çeşitli formlarda östrojen replasman tedavisi alan menopoz sonrası kadınlarda yapılan deneyler, özellikle başlangıç düzeyi yüksek olan kişilerde Lp(a) düzeylerinde oldukça büyük düşüşler göstermiştir (32). Östrojenin etkisi, muhtemelen vücuttan apo(a) salgılanmasındaki azalma yoluyla ve yapılan çalışmalar östrojenin apo(a) ekspresyonunu azalttığını göstermiştir. Fakat östrojen tedavisi etkili bir Lp(a) düşürücü ajan olsa da, kardiyovasküler risk oluşturmada, belirli kanserlerin riskini artırabilmesi ve bazı malign neoplaziler ve tromboembolik olaylar için artan risk oluşturmada (2) gibi faktörler, östrojenin Lp(a)'yı düşürmek için rutin kullanımını sınırlandırmaktadır (7).

5.3. Aspirin veya Karnitin-L-Lizin-Aspirin Kombinasyonu: Lp(a) düzeylerini düşürdüğü bildirilen diğer ajanlar arasında günde 2 g L karnitin, L-lizin ve askorbat kombinasyonu (her biri 3 g/gün) yer alır (7,33). Yüksek Lp(a) düzeyleri ve bir apo(a) polimorfik aleli olan kadınlar, bu alele sahip olmayanlara göre aspirin tedavisinden daha fazla fayda görmüş gibi görünmektedir (34). Yine Japon hastalarda yapılan yakın tarihli bir çalışmada Lp(a) düzeyi yüksek (>300 mg/L) kişilerde, düşük doz aspirinin (81 mg/gün) Lp(a) düzeylerini yaklaşık %20 oranında azalttığını göstermiştir (35). Aspirin tedavisi anti-trombojenik özelliğinden yararlanılmasının yanı sıra, Lp(a)'yı düşürmenin ucuz ve etkili bir yolu olabileceği için, daha büyük ölçekli klinik deneylerde tekrarlanması gerekmektedir (7).

5.4. Diğer Ajanlar: Bunlar dışında tiromimetikler; CETP inhibitörleri; anti-PCSK-9 monoklonal antikorlar; LDLR 'nin parçalanmasından

sorumlu protein; ve IL-6 sinyalini bloke edebilen ve halen deneysel bir aşamada olan anti-tocilizumab antikoru Lp(a) seviyelerini azaltabilecek diğer ajanlardır. PCSK9 inhibisyonu, Lp(a)'da %25-30 aralığında bir azalma ile sonuçlanır. Bu etkinin mekanizması belirsizdir, ancak lipoproteini oluşturmak üzere apo(a) ile etkileşim için daha az LDL'yi kullanıma sunacak LDLR'nin artan ekspresyonu ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Homozigot ailesel hiperkolesterolemide kullanılmak üzere Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanan mipomersenin de, Lp(a) düzeylerini düşürmede etkili olabileceği düşünülmektedir (36). Ayrıca yakın zamanlı bir çalışmada romatoid artrit tedavisinde kullanılan immünosupresif ve antiinflamatuvar bir ilaç olan metotreksatın da Lp(a) düzeylerini düşürdüğü belirtilmiştir (37).

Mevcut bilgiler gözden geçirildiğinde, Lp(a) düzeylerini düşürücü özellikte bir tedavinin pek varolmadığı; varolanların da ya bir takım olumsuz durumlara yol açtığı ya da klinik etkinliğinin tam kanıtlanmadığı görülmektedir. Yani tam anlamıyla Lp(a) düzeylerini düşürmede etkili spesifik bir tedavi yoktur. Yüksek bir proaterojenik potansiyele sahip olan ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalık için bir risk faktörü olan bu lipoproteinin konsantrasyonunu daha etkili bir şekilde azaltabilen yeni terapötik ajanlar hala aranmaktadır (2).

6. Lp(a)'nın Klinik Önemi

Lp(a)'ya tıbbi ilgi, yüksek Lp(a) plazma konsantrasyonlarının kardiyovasküler hastalık ile ilişkili olduğu keşfedildiğinde başlamış olsa da fizyolojik işlevi hala belirsizdir (26). Lp(a)'nın plazma konsantrasyonları kalıtsal bir karaktere sahiptir, bireyler arası büyük çeşitlilik gösterir, çevresel faktörler tarafından çok fazla değiştirilmez (2). Lp(a)'nın kimyasal yapısı, bir disülfid köprüsü aracılığıyla apo B-100'e bağlı apo(a)'nın mevcudiyeti nedeniyle farklılık gösterdiği LDL'ninkine benzerdir. Karaciğerde sentezlenen Lp(a)'nın monoklonal antikor bazlı yöntemler kullanılarak belirlenebilen plazma konsantrasyonu < 1 mg ile > 1.000 mg/dL arasında değişir. 20-30 mg/dL'nin üzerindeki Lp(a) seviyeleri, koroner arter hastalığı gelişme riski ile ilişkili bulunmuştur (2).

Bu molekülün başlangıçta tromboz ve ateroskleroza birbirine bağlayan kanıt zincirindeki altın halkayı temsil ettiğine inanılıyordu (10). Bu nedenle Lp(a) daha çok protrombotik ve proaterojenik özellikleri ile gündeme gelmiştir (3).

6.1. Lp(a)'nın Protrombotik Özellikleri

Lp(a)'nın plazminojen ile homolojisinden dolayı, bu lipoproteinin aterojenik mekanizmasını açıklayan fibrinolitik kaskad ile etkileşime yol açabileceği düşünülmüyordu Bununla ilgili hipotez şu şekildedir: Lp(a)

fibrinolitik sisteme müdahale eder, bu da Lp(a)'nın endotel hücrelerinin bağlanma bölgeleri için plazminojen ile rekabet ettiğini, fibrinolizi inhibe ettiğini ve intravasküler trombozu teşvik ettiğini öne sürer. Bu senaryoda, Lp(a) aterogenez ve trombogenez arasında bir bağlantı olacak ve bu olası mekanizmaya olan ilgiyi açıklayacaktır. (2,38). Burdan yola çıkarak Lp(a)'nın kan pıhtılaşması ile fibrinoliz arasındaki dengenin bir modülatörü olarak hareket edebileceği öne sürülmüştür. Çoğunlukla in vitro olarak yapılan çok sayıda çalışma, Lp(a)'nın gerçekten de örneğin streptokinaz inhibisyonu ve plazminojenin doku tipi plazminojen aktivatörü (t-PA) tarafından ürokinaz aracılı aktivasyonu, inhibisyon yoluyla kanın pıhtılaşması/fibrinolitik basamaklarına müdahale ettiğini bulmuştur (11). Plazminojen, doku plazminojen aktivatörü (tPA), plazminojen ve fibrinden oluşan üçlü bir kompleks tarafından hücre dışı olarak aktive edilir. Daha sonra kompleks ayrışır ve aktif plazmin serbest bırakılır; TGF- β 'yı aktive eder ve pıhtıların içindeki fibrini bozar. Plazminojen reseptörleri vücutta geniş bir şekilde dağılmıştır. Kan hücrelerinde bulunurlar ve endotel hücrelerinde daha da yüksek yoğunlukta bulunurlar. Plazminojen aktivasyonunu hızlandırmak ve plazmini inhibisyonundan korumak, plazminojen reseptörlerinin trombolizi nasıl desteklediğine ilişkin mekanizmayı açıklar (39). Lp(a)'nın, bu yolla fibrinolitik sistemin inhibisyonu ve doku faktörü aracılı yolun güçlendirilmesi gibi bir dizi mekanizma ile daha trombotik bir durumu teşvik edebileceği öne sürülmüştür (3).

6.2. Lp(a)'nın Proaterojenik Özellikleri

Meta-analizler ve genetik çalışmalar dahil olmak üzere birçok gözlemsel çalışma, yüksek Lp(a) konsantrasyonları ile koroner arter hastalığı, felç ve periferik ateroskleroz arasında bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. (2,40). Farklı çalışmalarda da Lp(a) plazma seviyelerindeki artışlar ile aterosklerotik kardiyovasküler hastalık riski arasında güçlü bir bağlantı olduğu gösterilmiştir. 300 mg/L'lik genel eşik seviyesinin üzerindeki plazma Lp(a) seviyeleri, özellikle diğer lipid ve trombojenik risk faktörleri ile birleştiğinde, bireylerin kalp hastalığı geliştirme riskinin artacağı belirtilmiştir (7,9). Aterogeneze Lp(a) katılımının çeşitli mekanizmaları öne sürülmüştür. Bunlardan biri, LDL ve oksitlenmiş LDL ile olana benzer şekilde, bu lipoproteinin arter duvarında doğrudan birikmesinden oluşur. Lp(a)'nın oksidasyona uğrama olasılığının LDL'ninkinden daha fazla olması, makrofajların çöpçü reseptörler yoluyla alımını kolaylaştırabilir ve bu yolla Lp(a)'nın arter duvarında doğrudan birikmesi de olası bir mekanizmadır. Makrofajlar LDL'den ve Lp(a)'dan gelen kolesterolle, kendilerini aterosklerozun öncülü olan köpük hücrelerine dönüştürerek bunu gerçekleştirir (41). Oksitlenmiş Lp(a) (Ox-Lp(a)), doğal Lp(a)'dan daha güçlü bir arteriyosklerotik faktör

olarak kabul edilir ve koroner arter hastalığı olan hastalarda yüksek seviyelerde ox-Lp(a) bildirilmiştir. oxLDL'ye benzer şekilde, oxLp(a), Lp(a) ile karşılaştırıldığında koroner damar bölgelerinde daha kolay birikmektedir ve bu, miyokard enfarktüsü olan hastalarda histolojik olarak tespit edilmiştir (42). Lp(a)'nın bir başka pro-aterojenik mekanizması ise vasküler endotel hücreler üzerinde adezyon moleküllerinin uyarılması şeklinde gerçekleşebileceğidir. Bu lipoprotein seviyeleri ve vasküler reaktivite arasındaki ters korelasyon ile ilgili olacaktır, bu durumda Lp(a) plazma seviyelerindeki artış endotel disfonksiyonuna neden olacaktır. Lp(a) endotel fonksiyonu üzerindeki etkisi aracılığıyla, sürece dahil olan moleküler mekanizmalar, aterosklerotik lezyonların gelişiminde Lp(a)'nın rolüne katkıda bulunabilir. Aslında, Lp(a) endotel hücrelerinde adhezyon moleküllerinin ekspresyonunu uyarır. Bununla birlikte, Lp(a)'ya yanıt olarak adhezyon moleküllerinin ekspresyonu, endotel hücrelerinin tipine de kritik olarak bağlıdır (3,43). Lp(a)'nın ayrıca endotel hücreleri üzerindeki adezyon moleküllerinin ekspresyonunu artırıp, monositlerin kemotaksisini etkileyerek, düz kas hücrelerinin proliferasyonunu artırma yoluyla inflammatuar sürece de katıldığı bilinmektedir (44). Bu nedenle Lp(a)'nın aterojenik özelliği için önerilen bir diğer mekanizma da Lp(a) ve ox-Lp(a)'nın proinflammatuar etkisi yoluyla bu sürece dahil olduğudur (3). Literatürde de Lp(a) ile inflamasyon belirteçlerinden tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α), dönüştürücü büyüme faktörü beta (TGF- β), interlökin 6 (IL-6) ve monosit kemoatraktan protein (MCP-1) gibi sitokinler arasındaki ilişkiler bildirilmiştir (2). Bu nedenle Lp(a)'nın, IL-1 β ve TNF- α ekspresyonunu indükleyerek, arteriyel damarları kaplayan hücrelerde proinflammatuar genleri etkileyerek çeşitli inflammatuar sinyalleşme basamaklarını indükleyebileceği öne sürülmüştür (45). Lp(a)'nın bu özelliklerinden dolayı yetişkin hastalar söz konusu olduğunda, genel popülasyonda risk taraması için plazma Lp(a)'nın değerlendirilmesi önerilmez; ancak, kardiyovasküler hastalık riski yüksek veya ailede erken aterotrombotik hastalık öyküsü olan kişilerde Lp(a) ölçümünün düşünülmesi yararlı olabilir (3).

Sonuç olarak Lp(a)'nın keşfinden bugüne yapılan çalışmalarla, Lp(a)'yı aterojeneze bağlayan mekanizmalar hala belirsiz olsa da Lp(a)'nın özellikle kardiyovasküler hastalık için bağımsız bir risk faktörü olduğuna dair çok az şüphe vardır. Bu açıdan klinik olarak önemli bir molekül olduğu görülmüştür. Lp(a)'nın risk altındaki hastalarda rutin Lp(a) ölçümünün önerilmesi gereken bir noktaya kadar koroner kalp hastalıklarının gelişiminde rol oynadığına dair kanıtlar elde edilmiştir. Lp(a)'nın genetik kontrolü, metabolizması ve biyolojik aktivitesi hakkında da çok fazla bilgi elde edilmiştir; bununla birlikte, montajı, katabolizması ve diğer risk faktörleriyle etkileşimleri ile ilgili bazı sorular devam

etmektedir. Halen devam eden önemli bir zorluk, Lp(a) seviyelerini spesifik olarak düşürmek için bir terapötik ajanın geliştirilmesidir (7). Bu amaçla, Lp(a) lipidomunun ve proteomun (76) ayrıntılı karakterizasyonu, Lp(a) bileşiminin ve metabolizmasının düzenlenmesindeki rolünün incelenmesine olanak sağlayacaktır (9).

KAYNAKLAR

1. Berg, K. (1963). A new serum type system in man—the Lp system. *Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica*, 59(3), 369-382.
2. Maranhão, R. C., Carvalho, P. O., Strunz, C. C., & Pileggi, F. (2014). Lipoprotein (a): structure, pathophysiology and clinical implications. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, 103, 76-84.
3. Ferretti, G., Bacchetti, T., Johnston, T. P., Banach, M., Pirro, M., & Sahebkar, A. (2018). Lipoprotein (a): A missing culprit in the management of athero-thrombosis?. *Journal of cellular physiology*, 233(4), 2966-2981.
4. Scanu, A. M., & Fless, G. M. (1990). Lipoprotein (a). Heterogeneity and biological relevance. *The Journal of clinical investigation*, 85(6), 1709-1715.
5. Koylan, N. (1999). Lipoprotein (a) ve ateroskleroz. *Türk Kardiyol Dern Arş*, 27(7), 483-90.
6. Sommer, A., Prenner, E., Gorges, R., Stütz, H., Grillhofer, H., Kostner, G. M., ... & Hermetter, A. (1992). Organization of phosphatidylcholine and sphingomyelin in the surface monolayer of low density lipoprotein and lipoprotein (a) as determined by time-resolved fluorometry. *Journal of Biological Chemistry*, 267(34), 24217-24222.
7. McCormick, S. P. (2004). Lipoprotein (a): biology and clinical importance. *The Clinical Biochemist Reviews*, 25(1), 69.
8. Dieplinger, H., & Utermann, G. (1999). The seventh myth of lipoprotein (a): where and how is it assembled?. *Current opinion in lipidology*, 10(3), 275-283.
9. Reyes-Soffer, G., Ginsberg, H. N., & Ramakrishnan, R. (2017). The metabolism of lipoprotein (a): an ever-evolving story. *Journal of lipid research*, 58(9), 1756-1764.
10. McNeal, C. J. (2015). Lipoprotein (a): its relevance to the pediatric population. *Journal of clinical lipidology*, 9(5), S57-S66.
11. Kronenberg, F. (2016). Human genetics and the causal role of lipoprotein (a) for various diseases. *Cardiovascular drugs and therapy*, 30(1), 87-100.
12. Tsimikas, S. (2017). A test in context: lipoprotein (a) diagnosis, prognosis, controversies, and emerging therapies. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(6), 692-711.
13. White, A. L., & Lanford, R. E. (1994). Cell surface assembly of lipoprotein (a) in primary cultures of baboon hepatocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 269(46), 28716-28723.

14. Marcovina, S. M., & Koschinsky, M. L. (1999). Lipoprotein (a) concentration and apolipoprotein (a) size: a synergistic role in advanced atherosclerosis?. *Circulation*, 100(11), 1151-1153.
15. Kraft, H. G., Lingenhel, A., Raal, F. J., Hohenegger, M., & Utermann, G. (2000). Lipoprotein (a) in homozygous familial hypercholesterolemia. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 20(2), 522-528.
16. Wiklund, O., Olofsson, S. O., Fager, G., Bondjers, G., Angelin, B., Erikson, M., & Berglund, L. (1990). Apolipoprotein (a) and ischaemic heart disease in familial hypercholesterolaemia. *The Lancet*, 335(8702), 1360-1363.
17. Santos, R. D., Vinagre, C., & Maranhão, R. C. (1995). Lipoprotein lipase does not affect lipoprotein (a) levels in normotriglyceridemic patients. *International journal of cardiology*, 50(1), 79-81.
18. Crawford, D. C., Peng, Z., Cheng, J. F., Boffelli, D., Ahearn, M., Nguyen, D., ... & Nickerson, D. A. (2008). LPA and PLG sequence variation and kringle IV-2 copy number in two populations. *Human heredity*, 66(4), 199-209.
19. Utermann, G. H. H. H. C., Menzel, H. J., Kraft, H. G., Duba, H. C., Kemmler, H. G., & Seitz, C. (1987). Lp (a) glycoprotein phenotypes. Inheritance and relation to Lp (a)-lipoprotein concentrations in plasma. *The Journal of clinical investigation*, 80(2), 458-465.
20. Sandholzer, C., Hallman, D. M., Saha, N., Sigurdsson, G., Lackner, C., Csaszar, A., ... & Utermann, G. (1991). Effects of the apolipoprotein (a) size polymorphism on the lipoprotein (a) concentration in 7 ethnic groups. *Human genetics*, 86(6), 607-614.
21. Utermann, G. (1989). The mysteries of lipoprotein (a). *Science*, 246(4932), 904-910.
22. Sandholzer, C., Saha, N., Kark, J. D., Rees, A., Jaross, W., Dieplinger, H., ... & Utermann, G. (1992). Apo (a) isoforms predict risk for coronary heart disease. A study in six populations. *Arteriosclerosis and thrombosis: a journal of vascular biology*, 12(10), 1214-1226.
23. Cobbaert, C., & Kesteloot, H. (1992). Serum lipoprotein (a) levels in racially different populations. *American journal of epidemiology*, 136(4), 441-449.
24. Jang AY, Han SH, Sohn IS, Oh PC, Koh KK (2020). Lipoprotein(a) and cardiovascular diseases revisited. *Circ J.*, 84(6):867–74.
25. Scheel P, Meyer J, Blumenthal R, Martin SS. Lipoprotein (a) in Clinical Practice. American College of Cardiology, 2021;1–7.
26. Kronenberg, F., Trenkwalder, E., Dieplinger, H., & Utermann, G. (1996). Lipoprotein (a) in stored plasma samples and the ravages of time: why

- epidemiological studies might fail. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 16(12), 1568-1572.
27. Crouse 3rd, J. R. (1996). New developments in the use of niacin for treatment of hyperlipidemia: new considerations in the use of an old drug. *Coronary artery disease*, 7(4), 321-326.
 28. HPS2-Thrive Collaborative Group. (2014). Effects of extended-release niacin with laropirant in high-risk patients. *New England Journal of Medicine*, 371(3), 203-212.
 29. Pan, J., Van, J. T., Chan, E., Kesala, R. L., Lin, M., & Charles, M. A. (2002). Extended-release niacin treatment of the atherogenic lipid profile and lipoprotein (a) in diabetes. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 51(9), 1120-1127.
 30. Ramires, J. A., Mansur, A. P., Solimene, M. C., Maranhão, R., Chamone, D., da Luz, P., & Pileggi, F. (1995). Effect of gemfibrozil versus lovastatin on increased serum lipoprotein (a) levels of patients with hypercholesterolemia. *International journal of cardiology*, 48(2), 115-120.
 31. Armstrong, V. W., Schleef, J., Thiery, J., Muche, R., Schuff-Werner, P., Eisenhauer, T., & Seidel, D. (1989). Effect of HELP-LDL-apheresis on serum concentrations of human lipoprotein (a): kinetic analysis of the post-treatment return to baseline levels. *European Journal of Clinical Investigation*, 19(3), 235-240.
 32. Shewmon, D. A., Stock, J. L., Rosen, C. J., Heiniluoma, K. M., Hogue, M. M., Morrison, A., ... & Baker, S. (1994). Tamoxifen and estrogen lower circulating lipoprotein (a) concentrations in healthy postmenopausal women. *Arteriosclerosis and thrombosis: a journal of vascular biology*, 14(10), 1586-1593.
 33. Liu, L., Zhao, S. P., Cheng, Y. C., & Li, Y. L. (2003). Xuezhikang decreases serum lipoprotein (a) and C-reactive protein concentrations in patients with coronary heart disease. *Clinical chemistry*, 49(8), 1347-1352.
 34. Chasman, D. I., Shiffman, D., Zee, R. Y., Louie, J. Z., Luke, M. M., Rowland, C. M., ... & Ridker, P. M. (2009). Polymorphism in the apolipoprotein (a) gene, plasma lipoprotein (a), cardiovascular disease, and low-dose aspirin therapy. *Atherosclerosis*, 203(2), 371-376.
 35. Akaike, M., Azuma, H., Kagawa, A., Matsumoto, K., Hayashi, I., Tamura, K., ... & Matsumoto, T. (2002). Effect of aspirin treatment on serum concentrations of lipoprotein (a) in patients with atherosclerotic diseases. *Clinical Chemistry*, 48(9), 1454-1459.
 36. Norata, G. D., Ballantyne, C. M., & Catapano, A. L. (2013). New therapeutic principles in dyslipidaemia: focus on LDL and Lp (a) lowering drugs. *European heart journal*, 34(24), 1783-1789.
 37. Hjeltne, G., Hollan, I., Førre, O., Wiik, A., Lyberg, T., Mikkelsen, K., & Agewall, S. (2013). Serum levels of lipoprotein (a) and E-selectin are

- reduced in rheumatoid arthritis patients treated with methotrexate or methotrexate in combination with TNF-alpha-inhibitor. *Clin Exp Rheumatol*, 31(3), 415-21.
38. Hajjar, K. A., Gavishi, D., Breslow, J. L., & Nachman, R. L. (1989). Lipoprotein (a) modulation of endothelial cell surface fibrinolysis and its potential role in atherosclerosis. *Nature*, 339(6222), 303-305.
 39. Miles, L. A., Fless, G. M., Scanu, A. M., Baynham, P., Sebald, M. T., Skocir, P., ... & Plow, E. F. (1995). Interaction of Lp (a) with plasminogen binding sites on cells. *Thrombosis and haemostasis*, 73(03), 458-465
 40. Malaguarnera, M., Vacante, M., Russo, C., Malaguarnera, G., Antic, T., Malaguarnera, L., ... & Frigiola, A. (2013). Lipoprotein (a) in cardiovascular diseases. *BioMed research international*, 2013.
 41. Argraves, K. M., Kozarsky, K. F., Fallon, J. T., Harpel, P. C., & Strickland, D. K. (1997). The atherogenic lipoprotein Lp (a) is internalized and degraded in a process mediated by the VLDL receptor. *The Journal of clinical investigation*, 100(9), 2170-2181.
 42. Morishita, R., Ishii, J., Kusumi, Y., Yamada, S., Komai, N., Ohishi, M., ... & Mitsumata, M. (2009). Association of serum oxidized lipoprotein (a) concentration with coronary artery disease: potential role of oxidized lipoprotein (a) in the vasucular wall. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 16(4), 410-418.
 43. Wu, H. D., Berglund, L., Dimayuga, C., Jones, J., Sciacca, R. R., Di Tullio, M. R., & Homma, S. (2004). High lipoprotein (a) levels and small apo-lipoprotein (a) sizes are associated with endothelial dysfunction in a multiethnic cohort. *Journal of the American College of Cardiology*, 43(10), 1828-1833.
 44. Ichikawa, T., Unoki, H., Sun, H., Shimoyamada, H., Marcovina, S., Shikama, H., ... & Fan, J. (2002). Lipoprotein (a) promotes smooth muscle cell proliferation and dedifferentiation in atherosclerotic lesions of human apo (a) transgenic rabbits. *The American journal of pathology*, 160(1), 227-236.
 45. Tsimikas, S., Brilakis, E. S., Miller, E. R., McConnell, J. P., Lennon, R. J., Kornman, K. S., ... & Berger, P. B. (2005). Oxidized phospholipids, Lp (a) lipoprotein, and coronary artery disease. *New England Journal of Medicine*, 353(1), 46-57.

Bölüm 24

AROMATİK BİR BİTKİ OLAN KEKİĞİN SAĞLIKTA YERİ KEKİK BİTKİSİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

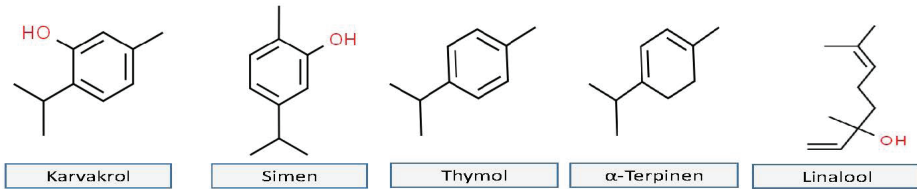
Tuncay TUFAN¹

¹ Doç. Dr. Tuncay TUFAN, Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme Ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye, ORCID: 0000-0001-8420-4235

GİRİŞ

Eski çağlardan beri tıbbi ve aromatik bitkiler gıda alanında çeşni ve baharat olarak sofralara girmiş, sağlık ve kozmetik alanları gibi bir çok yerde de farklı kullanım alanı bulmuştur. Özellikle bazı hastalıkların tedavisinde de başvurulmuş ve kullanılan doğal kaynaklar olmuştur. Bilimsel ilerlemeler ile birlikte bu bitkilerin içerdikleri bileşikler tespit edilmiş, özellikle hastalıkların tedavisinde kullanılmasının nedenleri ile ilgili yapılan araştırmalar ile etki mekanizmaları belirlenmeye çalışılmıştır (Altundağ ve Aslım, 2005). Bu aromatik bitkilerden biri de kekiktir.

Aromatik ve tıbbi bir bitki olan Kekik (*Thymus vulgaris* L.), Lamiaceae familyasına ait olup, ekonomik önemi giderek artmaktadır. Kekik, kekik yağı ve ürünlerinin ekonomik öneminin artmasındaki en büyük sebebi de içermiş olduğu biyo-aktif komponentlerden kaynaklanmaktadır (Orabi ve ark., 2014). *Thymus vulgaris* L.'nin ana uçucu yağ bileşenlerinin timol, karvakrol, p-simen, α-terpinen ve linalool olduğunu bildirmiştir (Şekil 1). Yapılan bir araştırmada kekik uçucu yağının içeriğini araştırmak üzere yapılan bir araştırmada timol içeriği %38.1, karvakrol içeriği %2.3, simen içeriği %29.1, terpinen içeriği %5.2 ve linalool içeriği ise %3.7 tespit edilmiştir (Sienkiewicz ve ark., 2012). Kekik uçucu yağını oluşturan bu majör bileşenlerin oranları bitki türüne göre değişiklik göstermektedir (Schwarz ve ark. 1996; Inouye ve ark. 2001; Salehi ve ark., 2018; Nickavar ve ark., 2005).



Şekil 1. *Thymus* sp. bitkisinde bulunan karvakrol, simen, thymol, α-terpinene ve linalool a ait moleküler formüller (Anonim, 2021c).

Kekik Bitkisinin Antibakteriyel Etkisi

Kekik uçucu fenolik yağının, antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve antitümoral etkisi gibi birçok yararlı etkiye sahip olduğu, bunun yanında doğal gıda koruyucu ve insanlarda anti-aging özelliğe sahip olan ilk 10 uçucu yağ arasında olduğu da bildirilmiştir (Jackson ve Hay 1994; Letchamo ve ark. 1995). Yapılan araştırmalarda kekik ve diğer aromatik bitkilerin içeriklerinde doğal olarak bulundurdıkları fenolik, flavonoid ve terpenoid bileşiklerinin güçlü antibakteriyel etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Sahip olduğu bu antibakteriyel etkiyi; a) bakterileri doğrudan öl-

dürmek, b) bakteriyel patojeniteyi azaltmak ve c) antibiyotikleri sinerjistik olarak aktive etmek şeklinde üç yolla göstermektedirler (Xie ve ark., 2015; Messaoudi ve ark., 2019). Kekik uçucu yağının antibakteriyal özelliğinin özellikle gram pozitif mikroorganizmalara karşı daha yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada kekik yağının gram-negatif bakterilere karşı aktivitesinin düşük olmasının sebebi, gram negatif bakterilerin sahip olduğu dış zar katmanının ekstra bir koruma sağlaması ve sahip olduğu geçirgenlik özellikleri ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Zgurskaya ve Gnanakaran, 2015; Wiener ve Horanyi, 2011).

Bazı araştırmacılar, polar ekstraktlarının başlıca aktivitesinin, esas olarak terpenler ve fenoller gibi aktif bileşiklerle zengin olmalarından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ancak bu görüşten farklı olarak, polar ekstraktlarda antibakteriyel aktivitenin olmamasını, apolar fraksiyonları oluşturan bileşiklerin antibakteriyel etkinin kökeninde olmasıyla açıklamışlardır. Bu bileşikler, yüksek lipofilik karakterlerinden dolayı muhtemelen fenolik diterpenoidlerdir, bu da onların kloroform gibi düşük polariteli çözücülerle ekstrakte edilmelerine izin verir (Bekhechi, ve Abdelouahid, 2008; Fernandez-Lopez ve ark., 2005, Albano ve Miguel, 2011).

Tablo 1. Kekik bitkisini antioksidan ve antibakteriyal özelliğini ve etki mekanizmasını gösteren bazı araştırmalar

Biyoaktivitesi	Etki şekli	Araştırma türü	Araştırmada kullanılan bitki/ doz	Kaynak
Antioksidan özelliği	DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) temizleme ve gücü azaltma aktivitesi, β -karoten ağartma ve TBARS (Tiyobarbitürat reaktif maddeler) inhibisyonu	<i>İn vitro</i>	<i>T. algeriensis</i> , <i>T. vulgaris</i> ve <i>T. Serpyllum</i> yağı / 2.63–43.0 mg/mL	Nikolićet ve ark., 2014
Antioksidan aktivite ve antioksidan enzimlerin modülasyonu	Antioksidan enzim aktivitesini (SOD ve GPx), toplam antioksidan durumunu ve beyin fosfolipidlerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonunu arttırmak için	<i>In vivo</i> : rat	Kekik yağı veya timol 42,5 g/kg/gün	Youdim ve Deans (2000)

Antibakteriyal aktivitesi (<i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> , <i>Streptococcus sanguinis</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ; ismi yazılı olan mikroorganizmalara karşı anti bakteriyel etki göstermektedir.	Mikroorganizmaların büyümesini engelleyerek bu etkiyi sağlamaktadır	In vitro	Thymus algeriensis, T. vulgaris, Thymus serpyllum'dan elde edilen yağlar	Nikolić ve ark., 2014
<i>S. aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> ve <i>Escherichia coli</i> 'ye karşı anti bakteriyel etki göstermektedir.	Mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek bu etkiyi sağlamaktadır			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ve <i>Klebsiella pneumoniae</i> 'ye karşı anti bakteriyel etki göstermektedir.	Mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek bu etkiyi sağlamaktadır	In vitro	Thymus algeriensis	Messaoudi ve ark., 2019

Timol ve kekik, Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler dahil olmak üzere geniş bir antimikrobiyal spektruma sahiptir (Al-Bayati, 2008; Nikolić ve diğerleri, 2014). Bunlara Salmonella, Escherichia, Pseudomonas, Listeria ve Bacillus türleri gibi gıda kaynaklı bakteriler (Burt, 2004; Koraichi Saad ve diğerleri, 2011) ve solunum yolu enfeksiyonlarında rol oynayan bazı patojenler (Houdkova ve diğerleri, 2017; Inouye ve diğerleri) dahildir. , 2001)

Özellikle, kekik esansiyel yağlarının ve timol dahil olmak üzere ana bileşenlerinin antibakteriyel aktivitesi, solunum sistemi hastalıkları ve gaz halindeki patojenlere karşı in vitro olarak incelenmiştir: Haemophilus influenzae, Streptococcus pneumoniae, Streptococcus pyogenes ve Staphylococcus aureus. Sonuçlar, bu uçucu yağların diğer bitkilerden elde edilenlerden daha yüksek bir potensinin (3.13-6.25 mg/L hava minimum inhibitör dozu ile) olduğunu göstermiştir. Ayrıca, antibakteriyel etki, kısa bir süre için uygulanan yüksek buhar konsantrasyonunda en etkiliydi (Inouye ve diğerleri, 2001). Alternatif olarak, başka bir çalışma, timolün hem buhar (minimum inhibitör konsantrasyon, MİK, değerleri 128 µg/ml) hem de sıvı fazlarda (MİK değerleri, 256 µg) H. influenzae, S. aureus

ve *S. pneumoniae*'ye karşı orta düzeyde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu ileri sürmüştür. /ml). Karvakrol ve sinnamaldehit benzer MİK değerleri gösterirken, kontroller (amoksisilin, ampicilin ve oksasilin) buhar fazında daha düşük değerler gösterdi (0.125–1 µg/ml; Houdkova ve diğerleri, 2017).

Diğer bir örnek, timol açısından zengin *Thymus* türlerinin *Candida albicans* mayası üzerindeki in vitro fungusit etkisidir (Giordani ve diğerleri, 2008), örneğin, *Thymus numidicus* (timolün %66,3-57,2'si) ve *Thymus siliatları* (timolün %60,5'i) MİK (%80) değerleri 0.0005 ile 1.6690 µg/ml arasında değişmektedir. Hem tek hücreli hem de hiphal formlarının varlığından dolayı *C. albicans* alışılmadık bir mayadır. Hücresel formdan hifal forma dönüşme yeteneği olan bu özellik, *C. albicans* saldırı sürecinin önemli bir parçasıdır. Araştırmacılar, timolün bu süreci engellediğini göstermiştir (Shareck & Belhumeur, 2011). Ayrıca, timol ve öjenolün (karanfil yağının ana bileşeni) belirli kombinasyonları, in vitro olarak *C. albicans*'a karşı sinerjik bir etkiye yol açmıştır (Braga, Alfieri ve diğerleri, 2007; Braga, Dal Sasso, Culici ve Alfieri, 2007). Timol ayrıca diğer mantar olan *Aspergillus*'u da engeller. Yakın tarihli bir çalışma, reaktif oksijen türlerinin, nitrik oksit indüksiyonu yoluyla *Aspergillus flavus* sporlarına karşı timolün mantar öldürücü etkilerini içerdiğini göstermektedir (Shen ve diğerleri, 2016). Ek olarak, timol, in vitro olarak gösterilen mantar öldürücü aktivitesi nedeniyle aspergiloz ve *Cryptococcus* enfeksiyonlarını tedavi etmek için kullanılan ilaçların etkisini iyileştirmiştir (Faria ve ark., 2011).

SONUÇ

Birkaç bilimsel çalışma, timolün (veya kekik) solunum, kardiyovasküler ve sinir sistemlerini etkileyen çeşitli bozuklukların tedavisi için faydalı etkiler gösterebileceğini kanıtlamıştır. Bu bileşik ayrıca antimikrobiyal, antioksidan, immünomodülatör, antiinflamatuvar ve antispazmodik özellikler sergiler. Timolün bu biyoaktivitelerinden bazıları, farmasötik ve kozmetik ürünlerde, fonksiyonel gıdalarda, gıda kontrolü için ve hayvansal üretimde kullanılacak yeni farmakolojik aktif bileşenlerin formülasyonunun temeli olabilir. Daha sonraki amaçlar için, kekik, yüksek timol içeriği ve etnofarmakolojik önemi nedeniyle en çok çalışılan tıbbi bitkilerden biridir. Bununla birlikte, timolün başka doğal kaynakları da vardır ve bunlar daha fazla çalışmayı hak etmektedir. Timolün doğal türler arası değişkenliği ve karvakrol gibi diğer biyoaktif bileşiklerin oluşumu nedeniyle bu çalışmalar karakterizasyon çalışmaları ile tamamlanmalıdır. Ayrıca in vitro ve in vivo çalışmaların yanı sıra klinik çalışmalar güçlendirilmeli ve timol bazlı ürünlerin en etkili uygulama şekli ve gerekli dozaj açıkça ortaya konmalıdır.

Daha önce belirtildiği gibi, timol ve timol içeren bitkilerle ilgili etnofarmakoloji bilgisi, yalnızca doğal koruyucular olarak değil, aynı zamanda fonksiyonel gıdalardaki biyoaktif bileşenler olarak gıda endüstrisine genişletilebilir. Bununla birlikte, aromatik özellikleri ve çeşitli gıda bileşenleri ile etkileşimleri nedeniyle gıdalarda doğrudan kullanımları sınırlı olabilir. Bu nedenle, kapsülleme (bkz. Zhang ve diğerleri, 2014), daha fazla çalışılması ve timol ve timol bazlı bileşenlerin uygulamasını genişletmek için yararlı bir strateji olabilir. Başka bir bağlamda, timol, sentetik koruyuculardan/ katkı maddelerinden kaçınmak, yeni tüketicilerin tercihlerini ve hayvan refahı ile ilgili endişelerini karşılamak için bir alternatif olarak üretim hayvanlarında kullanılabilir (bkz. Sato ve diğerleri, 2017), örneğin büyüme, performans, sindirilebilirliği iyileştirmek için , ve antioksidan durumu yanı sıra patojenik bakterilere karşı. Öyle olsa bile, bu raporlar tartışmalıdır (Wallace ve diğerleri, 2010), muhtemelen diyet formülasyonuna, dozaja ve çevreye bağlıdır. Alerjenite ile ilgili olarak, timol/kekik alerjen olarak hareket edebilir, ancak aynı zamanda alerjik iltihabı hafifletebilir (sadece in vitro ve in vivo olarak doğrulanmıştır). Ayrıca ilaçlarla ilgili olarak, timol türevli ürünlerde yeni reaksiyon ürünleri ve bozundurucuların oluşumunu değerlendirmek ve bunların konsantrasyonunu, potansiyel alerjenitesini ve toksisitesini belirlemek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Son olarak, timolün insan metabolizması, sülfat ve glukuronid metabolitlerini serbest bıraktı. Ayrıca, sıçanlarda başka metabolitler de tanımlanmıştır. Timolün dağılımı ile ilgili olarak, farklı seviyelerde farklı dokulara ulaşabilir. Ayrıca, hayvansal gıda ürünlerinde de timol ve metabolitleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu metabolitlerin ne insanlar ne de hayvanlar için aktif mi, timol araçları mı yoksa basitçe inaktif mi olduğu açık değildir.

KAYNAKLAR

- Altundağ, Ş., & Aslım, B. (2005). Kekik'in bazı bitki patojeni bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(7), 12-14.
- Schwarz K, Emst H, Temes W. 1996. Evaluation of antioxidative constituents from thyme. *J Sci Food Agric* 70: 217-223.
- Orabi, S. A., Talaat, I. M., & Balbaa, L. K. (2014). Physiological and biochemical responses of thyme plants to some antioxidants. *Nusantara bioscience*, 6(2).
- Sienkiewicz, M., Łysakowska, M., Denys, P., & Kowalczyk, E. (2012). The antimicrobial activity of thyme essential oil against multidrug resistant clinical bacterial strains. *Microbial drug resistance*, 18(2), 137-148.
- Jackson SAL, Hay RKM. 1994. characteristics of varieties of thyme (*Thymus vulgaris* L.) for use in the U.K., Oil content, composition and related characters. *Ann Hort Sci* 69: 275-281.
- Letchamo W, Xu HL, Gosseline A. 1995. Variation in photosynthesis and essential oil in thyme. *J Plant Physiol* 147: 29-37.
- Inouye S, Takizawa T, Yamaguchi H. 2001. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J Antimicrobiol Chemother* 47: 565-573.
- Messaoudi, M., Benregueig, M., Merah, M., & Messaoudi, Z. A. (2019). Antibacterial effects of *Thymus algeriensis* extracts on some pathogenic bacteria. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 41, e48548-e48548.
- Xie, Y., Yang, W., Tang, F., Chen, X., & Ren, L. (2015). Antibacterial activities of flavonoids: structure-activity relationship and mechanism. *Current medicinal chemistry*, 22(1), 132-149.
- Zgurskaya, H. I., López, C. A., & Gnanakaran, S. (2015). Permeability barrier of Gram-negative cell envelopes and approaches to bypass it. *ACS infectious diseases*, 1(11), 512-522.
- Wiener, M. C., & Horanyi, P. S. (2011). How hydrophobic molecules traverse the outer membranes of Gram-negative bacteria. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(27), 10929-10930.
- Bekhechi, C., Atik-Bekkara, F., & Abdelouahid, D. E. (2008). Composition and antibacterial activity of the essential oils contained in Algerian *Origanum glandulosum* (Desf.). *Phytothérapie*, 6(3), 153.
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J. A., & Kuri, V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science*, 69(3), 371-380.
- Albano, S. M., & Miguel, M. G. (2011). Biological activities of extracts of plants grown in Portugal. *Industrial Crops and Products*, 33(2), 338-343.

- Jose M. Lorenzo, Amin Mousavi Khaneghah, Mohsen Gavahian, Krystian Marszałek, Ismail Eş, Paulo E. S. Munekata, Isabel C. F. R. Ferreira & Francisco J. Barba (2019) Understanding the potential benefits of thyme and its derived products for food industry and consumer health: From extraction of value-added compounds to the evaluation of bioaccessibility, bioavailability, anti-inflammatory, and antimicrobial activities, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59:18, 2879-2895, DOI: 10.1080/10408398.2018.1477730.
- Kim, S. J., A. R. Cho, and J. Han. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food Control* 29 (1):112–20. doi:10.1016/j.food-cont.2012.05.060.
- Agregán, R., Munekata, P. E., Domínguez, R., Carballo, J., Franco, D., & Lorenzo, J. M. (2017). Proximate composition, phenolic content and in vitro antioxidant activity of aqueous extracts of the seaweeds *Ascophyllum nodosum*, *Bifurcaria bifurcata* and *Fucus vesiculosus*. Effect of addition of the extracts on the oxidative stability of canola oil under accelerated storage conditions. *Food Research International*, 99, 986-994.
- Alavinezhad, A., Hedayati, M., & Boskabady, M. H. (2017). The effect of *Zataria multiflora* and carvacrol on wheezing, FEV1 and plasma levels of nitrite in asthmatic patients. *Avicenna journal of phytomedicine*, 7(6), 531.
- Altundağ, Ş., & Aslım, B. (2005). Kekiğin bazı bitki patojeni bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(7), 12-14.
- Amiri, H. (2012). Essential oils composition and antioxidant properties of three thymus species. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.
- Anonim (2021a). <https://www.alibotanic.com/urun/dag-kekigi-dogal-kekik-fidani> (Erişim Tarihi:17.12.2021).
- Anonim (2021b). <https://www.unileverfoodsolutions.com.tr/konsept-uygulamalarimiz/baharat-ve-cesniler/kekik-hangi-nasil-ve-hangi-yemeklerde-kullanilir.html> (Erişim Tarihi:17.12.2021).
- Anonim (2021c). http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.7182.html?rid=13d21c6f-f89c-4357-b76b-0a0e12be8360&page_num=0
- Bakhtiary, F., Sayevand, H. R., Khaneghah, A. M., Haslberger, A. G., & Hosseini, H. (2018). Antibacterial efficacy of essential oils and sodium nitrite in vacuum processed beef fillet. *Applied food biotechnology*, 5(1), 1-10.
- Balkan, C.E., Karamese, M., Celebi, D., Aydogdu, S., Dicle, Y., & Calik, Z. (2016). The Determination of the Antibacterial Activities of Rose, Thyme, Centaury and Ozone Oils Against Some Pathogenic Microorganisms. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 6(1), 18-22.

- Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2014). Bioactive components from leaf vegetable products. In *Studies in natural products chemistry* (Vol. 41, pp. 321-346). Elsevier.
- Baytop, T. (1997). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, No:578.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- Chowdhury, A. A., Islam, M. A., Rashid, M. A., & Ferdous, A. J. (1998). Therapeutic potential of the volatile oil of *Nigella sativa* seeds in monkey model with experimental shigellosis. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(5), 361-363.
- Dauqan, E. M., & Abdullah, A. (2017). Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 5(02), 017-022.
- De Lira Mota, K. S., de Oliveira Pereira, F., De Oliveira, W. A., Lima, I. O., & de Oliveira Lima, E. (2012). Antifungal activity of *Thymus vulgaris* L. essential oil and its constituent phytochemicals against *Rhizopus oryzae*: interaction with ergosterol. *Molecules*, 17(12), 14418-14433.
- Deb, D. D., Parimala, G., Devi, S. S., & Chakraborty, T. (2011). Effect of thymol on peripheral blood mononuclear cell PBMC and acute promyelotic cancer cell line HL-60. *Chemico-biological interactions*, 193(1), 97-106.
- Dhama, K., Chakraborty, S., Tiwari, R., Verma, A. K., Saminathan, M., Amarpal, M. Y., ... & Khan, R. U. (2014). A concept paper on novel technologies boosting production and safeguarding health of humans and animals. *Res. Opin. Anim. Vet. Sci*, 4(7), 353-370.
- Dhama, K., Chakraborty, S., Wani, M. Y., Verma, A. K., Deb, R., Tiwari, R., & Kapoor, S. (2013). Novel and emerging therapies safeguarding health of humans and their companion animals: a review. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 16(3), 101-111.
- Dong, R. H., Fang, Z. Z., Zhu, L. L., Ge, G. B., Cao, Y. F., Li, X. B., ... & Liu, Z. Y. (2012). Identification of CYP isoforms involved in the metabolism of thymol and carvacrol in human liver microsomes (HLMs). *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 67(12), 1002-1006.
- Dorman, H. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.
- Es, I., Khaneghah, A. M., & Akbariirad, H. (2017). Global regulation of essential oils. *Essential oils in food processing: chemistry, safety and applications*, 327-338.

- Fachini-Queiroz, F. C., Kummer, R., Estevao-Silva, C. F., Carvalho, M. D. D. B., Cunha, J. M., Grespan, R., ... & Cuman, R. K. N. (2012). Effects of thymol and carvacrol, constituents of *Thymus vulgaris* L. essential oil, on the inflammatory response. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.
- Habashy, N. H., Serie, M. M. A., Attia, W. E., & Abdelgaleil, S. A. (2018). Chemical characterization, antioxidant and anti-inflammatory properties of Greek *Thymus vulgaris* extracts and their possible synergism with Egyptian *Chlorella vulgaris*. *Journal of functional foods*, 40, 317-328.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry science*, 92(8), 2059-2069.
- Hosseinzadeh, S., Kukhdan, A. J., Hosseini, A., & Armand, R. (2015). The application of *Thymus vulgaris* in traditional and modern medicine: a review. *Global J Pharmacol*, 9, 260-6.
- Höferl, M., Buchbauer, G., Jirovetz, L., Schmidt, E., Stoyanova, A., Denkova, Z., ... & Geissler, M. (2009). Correlation of antimicrobial activities of various essential oils and their main aromatic volatile constituents. *Journal of Essential Oil Research*, 21(5), 459-463.
- Kazemi Oskuee, R., Behravan, J., & Ramezani, M. (2011). Chemical composition, antimicrobial activity and antiviral activity of essential oil of *Carum copticum* from Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 1(2), 83-90.
- Khazdair, M. R., Rajabi, O., Balali-Mood, M., Beheshti, F., & Boskabady, M. H. (2018). The effect of *Zataria multiflora* on pulmonary function tests, hematological and oxidant/antioxidant parameters in sulfur mustard exposed veterans, a randomized doubled-blind clinical trial. *Environmental toxicology and pharmacology*, 58, 180-188.
- Kim, S. J., Cho, A. R., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food control*, 29(1), 112-120.
- Kohlert, C., Schindler, G., März, R. W., Abel, G., Brinkhaus, B., Derendorf, H., ... & Veit, M. (2002). Systemic availability and pharmacokinetics of thymol in humans. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 42(7), 731-737.
- Lorenzo, J. M., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Marszałek, K., Eş, I., Munekata, P. E., ... & Barba, F. J. (2019). Understanding the potential benefits of thyme and its derived products for food industry and consumer health: From extraction of value-added compounds to the evaluation of bioaccessibility, bioavailability, anti-inflammatory, and antimicrobial activities. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(18), 2879-2895.
- Meister, A., Bernhardt, G., Christoffel, V., & Buschauer, A. (1999). Antispasmodic activity of *Thymus vulgaris* extract on the isolated guinea-pig trachea:

- discrimination between drug and ethanol effects. *Planta medica*, 65(06), 512-516.
- Nickavar, B., Mojab, F., & Dolat-Abadi, R. (2005). Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. *Food chemistry*, 90(4), 609-611.
- Salehi, B., Ayatollahi, S. A., Segura-Carretero, A., Kobarfard, F., Contreras, M. D. M., Faizi, M., ... & Sharifi-Rad, J. (2017). Bioactive chemical compounds in *Eremurus persicus* (Joub. & Spach) Boiss. essential oil and their health implications. *Cellular and Molecular Biology*, 63(9), 1-7.
- Salehi, B., Mishra, A. P., Shukla, I., Sharifi-Rad, M., Contreras, M. D. M., Segura-Carretero, A., ... & Sharifi-Rad, J. (2018). Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1688-1706.
- Schelz, Z., Molnar, J., & Hohmann, J. (2006). Antimicrobial and antiplasmodial activities of essential oils. *Fitoterapia*, 77(4), 279-285.
- Sharifi-Rad, J. (2016). Herbal Antibiotics: Moving back into the mainstream as an alternative for "Superbugs". *Cellular and Molecular Biology*, 62(9), 1-2.
- Sharifi-Rad, J., Ayatollahi, S. A., Varoni, E. M., Salehi, B., Kobarfard, F., Sharifi-Rad, M., ... & Sharifi-Rad, M. (2017). Chemical composition and functional properties of essential oils from *Nepeta schiraziana* Boiss. *Farmacia*, 65(5), 802-812.
- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G. C., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., ... & Iriti, M. (2017). Biological activities of essential oils: From plant chemoeology to traditional healing systems. *Molecules*, 22(1), 70.
- Süzgeç-Selçuk, S., & Eyisan, S. (2012). Türkiye'deki eczanelerde bulunan bitkisel ilaçlar. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 16(3), 164-180.
- Üstü, Y., Uğurlu, M. (2018). Kekiğin Tıbbi Kullanımı. *Ankara Medical Journal*, 18(2), 242-245.
- World Health Organization. (1999). WHO monographs on selected medicinal plants, Volume 1, Geneva: World Health Organization Library Cataloguing in Publication Data, 5-32.
- Zeybek, U., & Haksel, M. (2010). Türkiye'de ve dünyada önemli tıbbi bitkiler ve kullanımları. İzmir: Meta Basım, 2-24.

Bölüm 25

OKUL SAĞLIĞI HİZMETLERİ KAPSAMINDA YÜRÜTÜLEN SAĞLIK TARAMALARI, SAĞLIĞI GELİŞTİREN OKULLAR VE HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Necmettin ÇİFTÇİ¹

Abdullah SARMAN²

1 Doktor Öğretim Üyesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-4713-4212, necmettin2387@hotmail.com

2 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-5081-4593, abduallah.sarman@hotmail.com

Halk sağlığı perspektifinden bakıldığında, çocukların sağlığının korunması ve geliştirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Yetişkinlikte görülen hastalık ve ölümlerin önemli bir kısmı çocukluk ve ergenlik dönemindeki olumsuz davranışların bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Neredeyse tüm insanlar çocukluk ve ergenlik dönemlerinde okula gittiğinden, okullar öğrencilerin sağlıkla ilgili davranışlarını, sağlıklarını ve öznel iyi oluşlarını geliştirmek için ideal bir ortam sağlamaktadır. Bu nedenle okul döneminde sürdürülen halk sağlığı müdahalelerinin bireylere yaşam boyu fayda sağlayacağı bildirilmiştir. Okulda sağlığın geliştirilmesi temel hedef olarak belirlenmelidir. Bu amacı gerçekleştirmeye yönelik olarak tüm paydaşlar birlikte hareket etmeli, öğrencilerin sağlığını koruyucu ve geliştirici uygulamalar yürütülmeli, eğitim ve öğretim ortamının elverişli hale getirilmesi sağlanmalıdır. Okulda sağlığın geliştirilmesi, öğrencilerin mevcut sağlık düzeylerini korumalarını, gelecekteki fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlıklarının yükseltilmesi konusunda becerilerinin oluşmasını da kolaylaştırır. Okullarda eğitim ve sağlık alanında belirlenen hedefleri sağlamak için bütünsel bir yaklaşıma dayalı halk sağlığı hizmeti sunulmasına önem gösterilmesi gerekmektedir. Bu durum, okul ortamının iyileşmesini, sağlıkla ilgili davranışların ve öznel iyi oluş düzeyinin yükselmesine katkı sağlayacaktır.

1. Giriş

Okul çağındaki çocukların sağlığı, halk sağlığının korunması için oldukça önemlidir (CDC, 2020). Çocukluk döneminde görülmeye başlayan ve yetişkinliğe kadar devam eden hastalıkların önlenmesi bu dönemde yapılan periyodik sağlık taramalarının düzenli yapılmasıyla sağlanabilir (İlgaz, 2021). Sağlık taramaları, sağlıklı bireylerin yaş, cinsiyet ve risk gruplarına göre periyodik aralıklarla değerlendirilmesini içeren rutin uygulamalardır. Bu tür taramalarda bireylerin ayrıntılı fiziksel muayeneleri yapılmakta, rutin laboratuvar testleri uygulanarak, takvim yaşına uygun aşılama programları yürütülmektedir (Altuntaş & Baykal, 2012; Ergün, Erol, Gür, & Şişman, 2020). Birinci basamaktaki sağlık kuruluşları, koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında gerek okullarda gerekse sağlık hizmeti verilen merkezlerde fiziksel değerlendirme kapsamında görme alanı muayenesi, hipertansiyon, obezite, çocuk istismarı ve ihmalinin önlenmesi ve bireylerde bu konularda farkındalık oluşturulması gibi konularda nitelikli hizmet sunmayı amaçlamaktadır (American Academy of Pediatrics, 2015).

Periyodik aralıklarla yapılan sağlık muayeneleri ve taramalar, semptomların belirgin olmadığı bireylerde yaşanan sağlık sorunlarının tespit edilmesini kolaylaştırır. Özellikle çocuklar gibi risk grubunda yer alanlarda ve hizmet sunulması gerekenlerde bu taramaların zamanında yapılması gerekmektedir. Çünkü okul çağı, çocuklarda büyüme ve gelişmenin oldukça hızlı olduğu dönemi temsil etmektedir. Çocuklarda meydana gelebilecek

büyüme ve gelişme bozukluklarının erken dönemde saptanmasıyla ilerleyen dönemde yaşanabilecek sorunlar önlenabilir (Selekman, Shannon, & Yonkaitis, 2019). Okul sağlığı alanında verilen bu hizmetlerin yararları sadece çocuklarla sınırlı değildir. Sağlığı koruma ve geliştirme hizmetleri geniş perspektiften değerlendirildiğinde çocukların ailelerine, öğretmenlerine, okul personeline ve dolayısıyla topluma yöneliktir (Alexandropoulou, 2013). Sağlıklı nesiller yetiştirmenin temel ilkelerinden birisi de çocukların sağlıklı olması gerektiğidir. Bu nedenle, okul sağlığını iyileştirmek en uygun ve en akılcı yatırımlardan birisi olarak ifade edilmektedir (Denboba et al., 2014). Dünya Sağlık Örgütü de sağlık açısından risk oluşabilecek durumların önlenmesi için okul sağlığı programlarına önem verilmesini ve yapılacak hizmetlerin desteklenmesi gerektiğini bildirmektedir (World Health Organization, 2020).

Okul sağlığı hemşireleri, yapılan taramalarda çocuklara yönelik sağlık risklerinin erken dönemde belirlenmesinde, bu risklerin azaltılmasında veya ortadan kaldırılmasında, belirlenen sorunlara yönelik müdahalelerin uygulanması ve değerlendirilmesinde ve olumlu sağlık davranışlarının kazanılmasında önemli role sahiptir (Temel et al., 2020). Hemşirelerin okul ortamında öğrencilere nitelikli bakım verme, liderlik etme, sağlıklı bir okul ortamı yaratma, sağlığı geliştirme, sağlık politikaları oluşturulmasına katkı sağlama gibi konularda bütünleştirici misyon üstlenmesi verilen hizmetlerin niteliğini, dolayısıyla kalitesini arttıracaktır (Bahar & Öztürk Haney, 2020; Ilgaz, 2021)

2. Okul Sağlığı Hizmetlerinin Yürütülmesi

Okul sağlığı hizmetlerinin yürütülmesinde destekleyici programların uygulanması öğrenciler arasında sağlığın gelişimini sağlamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), “Küresel Okul Sağlığı Girişimleri” içerisinde okullar aracılığıyla öğrencilerin, okul personelinin, ailelerin ve toplumun diğer üyelerinin sağlığını geliştirilmesinin amaçlandığını belirtmektedir (World Health Organization, 2020). Bu hizmetlerin yürütülmesinin yaşamı, öğrenme ve çalışma ortamını daha sağlıklı hale getirerek “Sağlığı Geliştiren Okul” sayısını arttıracığı ve olumlu yansımalarının olacağı ifade edilmektedir (World Health Organization, 2020). Okullarda sağlık hizmetlerinin yürütülmesi aşamasında, sağlığı geliştiren temel hedeflerin belirlenmesi gerekmektedir. Bunlar temelde altı tematik alanı kapsamalı ve çeşitli uygulama yönergelerine uygun olarak yürütülmelidir. Bu kapsamdaki hedefler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Okulların sağlığı geliştirme çabaları ile dönem içinde ulaşmaya çalıştığı amaçları belirten yazılı okul sağlığı politikalarının oluşturulması,
2. Okulun fiziksel ortamının güvenli ve sağlığı geliştirici olmasının

sağlanması (Gündüz & Albayrak, 2014),

3. Okulun sosyal ortamının öğrenciler ve personel için kapsayıcı olmasının sağlanarak, uygun bir psikososyal çevrenin oluşturulması,

4. Okulların toplumla olan ilişkilerinin en iyi şekilde sürdürülmesi ve yerel yönetimlerle yakın işbirliğinin sağlanması (Karataş, 2012),

5. Kişisel olarak sağlık düzeyinin geliştirilmesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla öğrencilerin hem kendilerinin hem de başkalarının fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlıklarına dikkat etmeleri konusunda farkındalıkları arttırılmalı, temel yaşam becerilerini geliştirmelerine yardımcı olunmalıdır.

6. Okul sağlığı hizmetleri kesintisiz ve eksiksiz şekilde yürütülmelidir (Samdal, 2017).

Okul sağlığı hizmetlerine öğrenci katılımının sağlanması kişisel sağlık becerilerinin geliştirilmesinde temel unsur olarak görülmektedir. DSÖ, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC), kapsamlı okul sağlığı hizmetlerinde sekiz temel bileşenle uygunluğun sağlanması gerektiğini belirtmiştir (Centers for Disease Control and Prevention, 2015). Bunlar:

1. Fiziksel ve ruhsal açıdan sağlığın duygusal ve sosyal boyutlarını içeren sağlık eğitimi verilmelidir,

2. Tüm öğrencilerin yaşamları boyunca keyif alarak sürdürebilecekleri ve çeşitli aktivite alanlarında kendilerine öğrenme deneyimi sağlayan planlı beden eğitimi programlarına dahil edilmelidir,

3. Sağlık profesyonelleri tarafından sağlanan, danışmanlık ve eğitim uygulamaları da dahil olmak üzere sağlığı değerlendirmek, korumak ve geliştirmek için öğrencilere sunulan sağlık hizmetleri planlanmalıdır,

4. Tüm öğrencilerin sağlıklı beslenme ihtiyaçlarını karşılayan çeşitli besleyici gıdalara ulaşabilecekleri beslenme hizmetleri sunulmalıdır,

5. Alanında uzman profesyoneller tarafından öğrencilerin zihinsel, duygusal ve sosyal sağlıklarını iyileştirmek için sağlanan danışmanlık ve psikolojik yardım hizmetlerinin kalitesi iyileştirilmelidir,

6. Öğrencilerin ve okul personelinin refahını etkileyen fiziksel ve estetik unsurları içeren güvenli ve sağlıklı okul ortamı oluşturulmalıdır,

7. Personel için sağlık eğitimi gibi sağlığı geliştiren hizmetler sunulmalıdır,

8. Öğrencilerin sağlık ve esenliğini geliştirici bütünsel bir okul, ebeveyn ve toplum yaklaşımı ile toplum katılımının sağlanması gerekmektedir.

CDC, okul sağlığına yönelik temel koruyucu hizmetler, ilke ve bileşenlerinin iki müdahale stratejisi şeklinde kombine olarak verilmesini önermektedir (CDC, 2020). Burada kişisel sağlık becerilerini geliştirme, istendik davranış değişiklikleri oluşturmaya yönelik sağlık eğitimleri için sınıf ortamı etkili bir araç olarak kullanılmalı ayrıca çocukların ve ergenlerin başa çıkma becerileri destekleyici bir okul ortamıyla pekiştirilmelidir. Sağlığı geliştiren okul yaklaşımı, yukarıda belirtilen okul sağlığı politikaları tüm personel ve öğrencilerin ortak çabasıyla başarıya ulaşabilir. Planlanmış ve hedefe yönelik programların tüm okul paydaşlarının ihtiyaçlarına cevap vermesi başarıya ulaşmanın anahtarıdır. Programlar, okul personeli ve öğrenciler arasında sürekli müzakere edilmeli, öncelikli hedeflere yönelik düzenlemeler yapılabilir. Bu bağlamda yapılacak bazı etkinlikler belirli bir sınıfa yönelik uygulanırken, bazıları tüm okulu kapsayacak şekilde yürütülmelidir (Samdal, 2017).

3. Sağlık Taramaları

Okullar, çocukların zamanlarının önemli bir bölümünü geçirdikleri yerler olduğundan, birçok sağlık otoritesi tarafından halk sağlığının temel ilkelerine dayalı toplum temelli önleme çalışmalarının yapılması için uygun bir ortam olarak değerlendirilmektedir (Institute of Medicine (US) Committee, 1997). Sınıf öğretmenleri, okul idarecileri ve hemşireler okul sağlığı hizmetlerinde çocuklarla sürekli temas içerisinde olan kişilerdir (American Academy of Pediatrics, 2008). Belirtilen bu sürekli ve yakın temas, okul sağlığı programında oldukça önemli bir role sahiptir (Pekcan, 2006). Dikkatli gözlem yoluyla çocuklarda bulunan ve fiziksel, ruhsal, sosyal yönden sorun oluşturabilecek durumlar belirlenebilir. Bu tür sorunları olan çocuğa ve ailesine özel bakımlar uygulanarak yaşadıkları sorunların bazılarının düzeltilmesine yardımcı olunabilir. Durumu daha ileri tetkik ve tedavi gerektirenler uzman kontrolünde takip edilmek üzere ilgili kurumlara sevk edilir. Vücut ağırlığı ve boy taraması, ağız ve diş sağlığı taraması, işitme ve görme taraması, kronik hastalık gibi taramalar ile sağlık sorunlarının erken dönemde tespit edilmesi amaçlanır (Ergün et al., 2020; Koçoğlu & Emiroğlu, 2011). Bununla birlikte, yalnızca yüksek risk altındaki çocuklara yönelik önleyici hizmetleri hedefleyen seçiciliği yüksek nüfus temelli yaklaşımların yararları ve dezavantajları hakkında bazı tartışmalar olduğu belirtilmektedir. Nüfusa dayalı yaklaşımla sürdürülen taramaların, bir bütün olarak nüfus üzerinde büyük bir etki yaratma ihtimali vardır. Ancak oluşturduğu olumlu etkinin yalnızca çok küçük bir grup üzerinde etkili olması gibi birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bireylere yalnızca sağlık sorunlarına bağlı bir yaklaşım yürütülmesi ailevi yatkınlığın veya genetik yapının göz ardı edilebilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sadece risk altında olduğu düşünülen çocukları hedef alan taramalar yerine rutinde uygulamaya koyulacak nüfus temelli bir

yaklaşımların uygulanması gerektiği düşünülmektedir (Starfield & Viver, 1995).

3.1. Büyüme ve gelişme taramaları

Okul çağı dönemi daha önceki dönemlerle karşılaştırıldığında büyüme ve gelişme hızının yavaşladığı ancak sürekli devam ettiği bir dönemdir (Koçoğlu & Emiroğlu, 2011). Bu dönemde karşılaşılan sorunların etkisi ömür boyu devam ettiğinden dolayı (Koçoğlu & Emiroğlu, 2011), çocuklardaki bedensel, bilişsel ve psikososyal gelişme ile ilgili aksaklıkların belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu yüzden okul çağı çocuklarındaki büyüme ve gelişmenin temel özellikleri bilinmeli ve çalışmalar bu temel üzerinden planlanmalıdır (Ergün et al., 2020)

Çocukluk çağlarında büyümenin değerlendirilmesinde kullanılan en temel ölçütler boy uzunluğu ve vücut ağırlığıdır (Arıkan D., Çelebioğlu A., & Gündücü, 2013; Sağlan & Bilge, 2018). Ülkemizde büyümenin değerlendirilmesi amacıyla Neyzi ve arkadaşlarının aynı yaş ve cinsiyetteki sağlıklı çocukların ölçümlerinden elde ettiği verilerle oluşturduğu persentil eğrileri kullanılmaktadır (Arıkan D. et al., 2013; Ergün et al., 2020). Çocuğun sağlığını olumsuz etkileyen bulgular ilk olarak büyümeyi etkiler. Bu nedenle belli aralıklarla büyüme değerlendirilmesinin yapılması erken teşhis ve uygun girişimlerin planlanmasına yardımcı olur (Ergün et al., 2020). Gelişmenin değerlendirilmesi ise büyümenin değerlendirilmesinden daha karmaşık bir süreçtir. Hemşire, gözlem, görüşme, fizik muayene, çocuk ve ailesiyle iletişimde bulunma ve standart değerlendirme materyallerini kullanarak birçok kaynaktan veri toplamalıdır (Arıkan D. et al., 2013)

3.2. İşitme taramaları

İşitme kaybı küresel bir sağlık sorunudur. Cadena ve arkadaşlarının (2021), aktardığına göre Dünya Sağlık Örgütü, 2018'de 34 milyon çocuğun işitme kaybı yaşadığını belirlemiştir (Cadena, Lindholm, & Stenfeldt, 2021). Öncesinde tespit edilmediği için tedavi edilmeyen işitme kaybının ilerleyen önemlerde ciddi problemlere neden olduğu belirlenmiştir. Çünkü işitme, çocuklarda dil gelişimi için gereklidir ve çocukların diğer bireylerle iletişime geçme ve etkileşim kurma yetenekleri için oldukça önemlidir (Tomblin, Oleson, Ambrose, Walker, & Moeller, 2020). Çocuklarda işitme kayıpları olduğunda, zamanında tıbbi ve eğitim desteği sağlanmazsa hem okul başarısının olumsuz yönde etkilemesine hem de ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2021a). Ayrıca tedavi edilmeyen bir işitme kaybının, çocuğun eğitim sürecini ve gelişimi etkileyerek, sosyal hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratabildiği, bunun yetişkinlik döneminde ve gelecekteki çalışma hayatında sosyal ve psikolojik yapısı üzerinde birtakım sonuçları olabildiği belirlenmiştir (Punch, 2016). DSÖ, işitme güçlüğü çeken çocukları belirlemek ve uygun müdahalelerle işitme kaybı-

nın olumsuz etkilerini azaltmak için eylem planları hazırlanması ve farkındalık oluşturulması gerektiğini bildirmiştir (World Health Organization, 2021). Okullarda yapılacak işitme taramaları, yenidoğan işitme taramasında işitme kaybı göstermeyen çocuklarda işitme kaybının ortaya çıkarılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Prieve, Schooling, Venediktov, & Franceschini, 2015). Okul öncesi dönemde ve okul çağındaki çocukların işitme taraması için kullanılan uyaran seviyeleri ve frekans aralığı, çocuğun yaşına ve olgunluğuna göre ayarlanmalıdır. Çünkü çocuk büyüdükçe ses odyometrisinin sonuçları daha doğru ve güvenilir hale gelmektedir. Ayrıca, yeni edinilmiş (geç başlangıçlı) ve ilerleyici işitme bozuklukları nedeniyle okul çocuklarında meydana gelen işitme kaybı prevalansı yenidoğanlara göre daha yüksektir (Lü et al., 2014). İşitme kaybı, çocukluk döneminde enfeksiyon, travma veya gürültüye maruz kalma sonucunda da meydana gelebilir. Okul sağlığı hizmetleri ulusal mevzuatla düzenlenir ve rutin işitme testlerinin yapılması beklenir (Sağlık Bakanlığı, 2021a). 2008 yılından bu yana 81 ilimizde uygulanmakta olan “Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Programı” na 2015 yılı sonunda “Okul Çağı Çocuklarda İşitme Tarama Programı” eklenmiş olup halen 81 ilde ilköğretim 1. sınıflara yönelik tarama programı şeklinde devam edilmektedir. Okullarda belirli bir düşük uyaran düzeyine sahip saf ses odyometrisi kullanılır (Sağlık Bakanlığı, 2021a).

3.3. Görme taramaları

Okullardaki bir diğer tarama programı görme taramaları ve kapsamlı görme muayeneleridir. ABD’deki 3-6 yaş arasındaki öğrencilerin bir optometrist veya göz doktoru tarafından görme muayenesine tabi tutulmasını ve her öğrencinin ilkokulda rutin olarak bu muayeneleri yaptırması okul tarama programlarına 2000 yılında eklenmiştir (Zaba et al., 2007). Özellikle ABD gibi gelişmiş ülkelerde görme bozukluklarının çocuklarda en yaygın engellilik koşullarından biri olarak kabul ediliyor olması bunun önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edildiğini ve önlem alınması gerektiğini düşündürmektedir. Zamanında tespit edilmemiş görme sorunlarının akademik başarıyı düşürdüğü, davranışsal sorunları arttırdığı belirlenmiştir (Ciner et al., 1998).

3.4. Ağız sağlığı ve diş taraması

Ağız ve diş sağlığını korumak sağlıklı ve kaliteli bir yaşam için oldukça önemlidir. Tüm yaş gruplarında görülebilen ağız ve diş sağlığı hastalıkları, toplumların yaşam tarzı ve beslenme biçimine göre değişiklik gösteren bir halk sağlığı sorunudur (Öztürk & Sönmez, 2016). Özellikle çocukluk çağında sık sık göz ardı edilmektedir (Ergün et al., 2020; Öztürk & Sönmez, 2016). Çocukluk döneminde görülen diş çürükleri, diş kaybı, yetersiz beslenme, enfeksiyon, ağrı, büyüme ve gelişme sorunları, konuş-

ma güçlüğü, özgüven eksikliği ve okul başarısında gerileme gibi sağlık sorunlarına neden olabilir (Casamassimo, Thikkurissy, Edelstein, & Maiorini, 2009). Bireyler tüm yaşamı boyunca diş çürükleri ve diş eti sorunları ile karşılaşabilir. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için koruyucu önlemlerin sürekli ve etkili bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2014).

3.5. Kan basıncı

Çocukluk çağında kan basıncı ile ilgili sorunların görülme sıklığı yetişkinlere kıyasla daha azdır. Fakat ileriki yaşlarda ortaya çıkan hipertansiyonun temeli çocukluk çağına dayanmaktadır (Candan & Çalışkan, 2005). Toplumlarda obezite oranlarının artması çocuk ve ergenlerdeki kan basıncı sorununu giderek arttırmaktadır (Vogt, 2001). Çocuklarda sistolik ve diyastolik kan basıncı ölçümleri çocukların yaş, cinsiyet ve boy özellikleri dikkate alınarak tıpkı büyüme takibinde olduğu gibi persentil eğrileri kullanılarak yapılır. Buna göre persentil eğrisinde %90-95 aralığı sınırda hipertansiyon, %95'in üzeri ise hipertansiyon olarak değerlendirilir (Candan & Çalışkan, 2005). Kan basıncı değerlendirilmesi, konjenital kalp hastalıkları, hormonal hastalıklar ve böbrek hastalıklarının tanılanmasında oldukça önemli bir yere sahiptir (Sağlan & Bilge, 2018).

4. Ruh sağlığı çalışmaları

Son yıllarda toplumda daha sık görülmeye başlanan ruhsal hastalıkların belirlenmesi için bazı tarama programları uygulanmaktadır. Bu hizmetler tipik olarak okullarda psikolojik danışmanlık ve sunulan sosyal hizmetleri içerir (Totan, 2014). Öğrencilerin ruhsal düzeylerini en üst düzeye çıkarmaya ve öğrencilerin akademik, psikolojik ve sosyal sorunlarını ele almaya yönelik karşılıklı işbirliği yapılmasına odaklanmaktadır. Bu bağlamda öğrenme, sosyal, duygusal ve davranışsal sorunlar hakkında öğretmenler, ebeveynler ve diğer okul personeli ile işbirliği yapılarak danışmanlık hizmetleri sunulmaktadır. Ayrıca akademik ve sosyal becerileri, kendini gerçekleştirebilme durumu, kişilik ve duygusal gelişimi değerlendirmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Öğrenme ve uyum ile ilgili sorunları çözmek için öğrenciler ve ailelerle birlikte çalışılmalıdır. Amaca yönelik olarak psikolojik danışmanlık, sosyal beceri eğitimi, davranış yönetimi ve diğer müdahaleler rahatlıkla uygulanabilir (Kabasakal & Çelik, 2010). Okul sağlığı hizmetleri kapsamında uygulanacak yöntemlerin başarısı karşılanmayan ihtiyaçlara cevap verebilirlikle doğru orantılı olarak artacaktır. Günümüz modern halk sağlığı anlayışına göre yukarıda belirtilen tüm hizmetlerin temel sağlık hizmetleri programlarına entegre edilerek, birinci basamak sağlık hizmetlerine erişim sağlamada etkili olduğu kanıtlanan okul ortamında verilmesi hedeflenmelidir (Akgül & Ergün, 2021). Ayrıca okullar, bulaşıcı hastalıklara karşı toplum temelli önleme stratejileri geliştirmelidir (Akçay, 2016).

5. Okul Sağlığı Hemşiresinin Sağlığın Korunması ve Geliştirilmesindeki Rolü

Okul sağlığı hemşireliği, öğrencilerin refahını, akademik ve yaşam boyu başarısını arttıran profesyonel bir hemşirelik uygulamasıdır (Magalnick & Mazyck, 2008; National Association of School Nurses, 2016). Okul hemşiresi uygulaması, toplum sağlığı ile ilgili bilgi sahibi olmak ve toplu ortamlarda uygun girişimleri uygulamak için beceri ve uzmanlık gerektiren halk sağlığı ilkelerine dayanmaktadır (Krause-Parello & Samms, 2010; National Association of School Nurses, 2016; Schaffer, Anderson, & Rising, 2016). Öğrencilerin fiziksel, davranışsal, sosyal ve akademik problemlerini erken dönemde fark etmek bütün okul personelinin görevi olmakla birlikte vakaları bulmak okul hemşiresinin başarıya ulaşmasında önemli bir rolüdür (Koçoğlu & Emiroğlu, 2011). Bu amaçla, okul sağlığı hemşireleri, öğrencilerin normal gelişimini destekler, mevcut ve olası sağlık sorunlarına müdahale eder, sağlık ve güvenliğini temin eder, vaka yönetimi hizmetlerini sağlar, uyum, öz-yönetim, öz-savunma ve öğrenme için öğrenci ve ailesiyle işbirliği yapar (Magalnick & Mazyck, 2008).

Amerikan Hemşirelik Akademisi, tüm öğrencilerin kapsamlı bir sağlık ve eğitim alması, bu amaçla tam zamanlı bir okul hemşiresine günlük erişimi olması gerektiğine inanmaktadır. Ulusların yapacağı en güzel yatırımların gençliğinin sağlığına yönelik girişimler olduğu düşüncesinden yola çıkıldığında, şimdiki ve gelecekteki sağlığını etkileyen bu hedef gruba odaklanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Maughan et al., 2018). Kronik sağlık sorunlarının istatistikleri artmaya ve daha karmaşık hale gelmeye başladıkça altta yatan nedenlerin detaylı analiz edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Son dönemlerde sayıları giderek artmakta olan kızamık ve boğmaca gibi bulaşıcı hastalıklar, salgınlar, depresyon, okullarda akran zorbalığı ve şiddet gibi ruhsal ve davranışsal sağlık sorunları okul sağlığı hizmetlerinde hemşirelere olan ihtiyacın daha da artmasına neden olmaktadır (Bobo, Kimmel, & Bleza, 2012). ABD gibi gelişmiş ülkelerde bile ergenlik öncesi ve ergenlik yıllarında çocukların %13-20 gibi yüksek oranlarda riskli davranış sorunları yaşaması okul hemşiresine olan ihtiyacın önemini bir kat daha arttırmaktadır. Okul hemşirelerinin yalnızca tıbbi kontrolleri sağlamakla kalmadığı, okul devamsızlığını azalttığı, aşı uyumunu artırdığı, kronik hastalıkları olan çocuklar üzerinde davranış yönetimini kolaylaştırdığı, sağlığı desteklediği ve ruhsal sağlık sorunlarının tanımlanması ve yönetilmesine yardımcı olarak öğrencilerin okulda kalmalarına ve akademik başarılarını arttırmalarına yardımcı olduğu belirlenmiştir (Bohnenkamp, Stephan, & Bobo, 2015). Okul hemşirelerinin hizmetlerinde sağladığı yararlardan bir diğeri de maliyetlerin azaltılmasındaki katkılarıdır. Okul hemşireleri bir yandan öğrencilere nitelikli sağlık bakımı

sağlarken diğer yandan çocukların ailelerinin kendilerine sunduğu özellikli bakımdan faydalanmalarına yardımcı olur. Ayrıca okuldaki öğretmenlere ve diğer çocuklara sağlık eğitimleri vererek akut veya kronik hastalıkları nedeniyle hastaneye kaldırılan veya sürekli bakıma ihtiyacı olan çocukların okula dönüşlerini kolaylaştırır. Okul hemşireleri ayrıca öğrencilerin sağlığını etkileyen sosyal faktörleri eleştirel bakış açısıyla ele alarak risk altındaki öğrencilere nüfus temelli bakım sağlar (Meydanlıoğlu & Gözüm, 2019). Maliyet analizi yapılan okul temelli çalışma sonuçları incelendiğinde, okul hemşirelerinin uyguladıkları kaliteli hizmetlerin eğitim hizmetlerinde tasarruf edilmesine olanak sağladığı belirlenmiştir (Wang et al., 2014). Yapılan bazı çalışmalarda bir okul hemşiresinin diyabet ve kardiyovasküler hastalık gibi kronik rahatsızlıklar nedeniyle yönetimi zor olan sağlık sorunlarının çözüme kavuşmasında sağlık harcamalarını azaltacak girişimler uygulamasının yararlarına değinilmiş ve bu hizmetleri nitelikli personel istihdam ederek sunulmasının gerekliliği belirtilmiştir (Çakır & Altay, 2021; Tarı & Kitiş, 2016).

6. Okul Sağlığı ve Hemşirelik Hizmetleri

Amerikan Pediatri Akademisi, Ulusal Okul Hemşireleri Birliği, sağlıklı bireylerin yetiştirilmesinde, kronik hastalıkların yönetimi ve sağlığın geliştirilmesinde okul hemşiresinin önemli sorumlulukları olduğuna değinmektedir. Her okulda sağlıklı bir eğitim sürecinin sağlanması için bir köprü görevi gören, öğrencilerin, ailelerin ve personelin sağlığını korumayı hedefleyen tam zamanlı çalışan en az bir hemşireye sahip olması gerektiği önerilmektedir (Council on School Health, 2016). Genellikle okul hemşireleri tarafından yönetilen koordineli bir okul sağlığı programının varlığı, eğitim sisteminin başarısına katkıda bulunur (Vinciullo & Bradley, 2009). Okul hemşireleri toplumun geneline liderlik rolleriyle yardımcı olabilir. Bir okul hemşiresi tarafından sağlanan sağlık hizmetlerinin akademik başarı üzerinde doğrudan etkileri olduğu belirlenmiştir. Okulda bir hemşire olduğunda, öğretmenler de dahil olmak üzere diğer okul personeli, öğrencilerin sağlık sorunlarıyla ilgilenmek için daha az zaman ayırır (Tarı & Kitiş, 2016). Dolayısıyla işleriyle ilgili birincil sorumluluklarına daha fazla zaman ayırabilir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde okul hemşirelerine farklı bütçeler oluşturulmakta ve kaynak sağlanmaktadır. Ülkelerin bazı bölgelerinde, hastane/sağlık bakım sistemleri, halk sağlığı birimleri ve sivil toplum kuruluşları ile beraber profesyonel okul hemşireliği hizmetleri ortak şekilde yürütülmektedir (Baisch, Lundeen, & Murphy, 2011).

Okul sağlığı hizmetlerinde okul hemşirelerinin sorumluluğunda olan ve “Ulusal Okul Hemşireleri Birliği” tarafından oluşturulmuş bazı uygulamalar yer almaktadır. Okul hemşirelerinin nüfusun sağlığını korumaya yönelik sunacakları hizmetler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Fiziksel ve ruhsal sağlığın ayrıntılı değerlendirmesini yaparak, hasta olanların bakımlarının yapılması,
2. Özel sağlık bakımı gereksinimi olan öğrenciler için sağlık bakım planlarının geliştirilmesi ve uygulanması,
3. Sağlık danışmanlığı yapılması ve sağlığı geliştiren davranışların kazandırılması,
4. Görme, işitme ve bağışıklama durumu gibi zorunlu tarama faaliyetlerinin etkin şekilde yürütülmesinin sağlanması (Sağlık Bakanlığı, 2021b),
5. Öğrenciler arasında bulaşıcı hastalıkların yayılmasının azaltarak, enfeksiyon hastalıklarını önleyici halk sağlığı tedbirlerinin uygulanması,
6. Sürekli sağlık bakımı ihtiyacı olan öğrencilerin nitelikli hemşirelik hizmetlerinin yürütülmesi,
7. Öğrenci ve aileleriyle etkileşimde bulunularak sağlıkla ilgili konularda farkındalık sağlanması,
8. Okullarda acil bakım planlarının geliştirilmesi ve uygulanması ile acil bakım ve ilk yardım uygulanması,
9. Öğrencilerin sağlık, gelişim ve eğitim ihtiyaçlarını karşılamak için diğer uzmanlarla özellikle danışmanlar, psikologlar ve sosyal hizmet uzmanları ile işbirliği yapılmasıdır (Institute of Medicine (US) Committee, 1997).

7. Sonuç

Okullar, öğrenci, öğretmen ve diğer çalışanları ile bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Okulda görev alan tüm çalışanlara hitap eden etkili bir okul sağlığı hizmeti planlanmalıdır. Çocuk sağlığı hizmetleri ve halk sağlığının etkili sunumunda gerek çocuk ve ailesi, gerekse okul personeliyle yakın ilişki içerisinde olan ve birlikte çalışan okul hemşireleri, çocuk ve ergenlerin karşılanmamış sağlık ihtiyaçlarını belirlemede önemli bir role sahiptir. Bu bağlamda çeşitli meslek grupları bir arada ve uyum içerisinde çalışmalıdır. Sağlık personeli, öğretmenler ve idarecilerden oluşan ekip tarafından kaliteli ve kesintisiz bir sağlık hizmeti sunumu hedeflenmelidir (Öncel, Akcan, & Meydanlıoğlu, 2020; Yıldız, 2020). Okul sağlığı hizmetleri; ağız ve diş sağlığı, beslenmenin düzenlenmesi, çevre sağlığının sürekliliğinin sağlanması, ergonomik ilkelere uygunluk, ruh sağlığının korunması ve şiddetin önlenmesi, hastalıkların erken tanı ve tedavisi ve sağlık eğitimi vb. konularını içeren geniş bir alandır (Yıldız, 2020). Sağlıklı bir çevrenin sağlanması için okul kantinleri ve çevresi başta olmak üzere ile ilgili konuları da kapsayacak biçimde yasa düzeyinde mevzuat

düzenlemelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde okul sağlığı hizmetlerinin beklenen düzeyde olmamasının en önemli nedeni faydalarının henüz yeni anlaşılıyor olmasıdır (Özcan, Kılınç, & Gülmez, 2013). Ayrıca, okul sağlığı hizmetlerinin yapılandırılmamış olması sağlık eğitiminin tüm topluma ulaşmasını engellemektedir. Herkese ve her kesime ulaşması gereken bu hizmetler, nitelikli, sürdürülebilir ve kapsamlı bir hizmet modeli geliştirilerek kalıcı hale getirilmelidir. Geliştirilecek modelde tüm paydaşların görev tanımları yapılarak toplum sağlığının geliştirilmesi için ortak bir bakış açısı oluşturmalıdır. Benzer şekilde okul sağlığı hizmetlerinin okul içerisinde kurulacak bir “okul sağlığı birimi” ile birinci basamak sağlık hizmetlerinin sunulduğu kurumlardan destek alarak yürütülmesi, toplum ve aile sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Bunun için ihtiyaca göre, görev tanımı yapılmalıdır (Şahinöz, Şahinöz, & Kıvanç, 2017). Her okulda nitelikli bir okul hemşiresinin bulunmasını sağlamak, sağlık ve eğitim arasındaki birbirine bağlı yakın ilişkiyi kuvvetlendirir. Akademik başarıları artan, sağlık düzeyi yükselen ve sunulan hizmetten memnuniyeti artan çocukların sağlıklı bir şekilde yetişkinliğe adım atabileceği düşünülmektedir.

8. Öneriler

Planlama sürecinde, okul sağlığı hizmetleri, halk sağlığı ve birinci basamak sağlık sisteminin ayrılmaz bir parçası olarak düşünülmelidir. Okul sahasında fiilen sağlanan hizmetlerin kapsamı, toplumun özelliklerine ve ihtiyaçlarına göre yerel olarak belirlenmelidir. Öğrencilerin önemli bir bölümünün ihtiyaç duyduğu hizmetlere öncelik verilmelidir. Mevcut sonuçlar ışığında aşağıdakiler önerilmektedir:

1. Okul temelli hizmetleri, özellikle de genişletilmiş hizmetlerin organizasyonu, yönetimi, etkinliği ve maliyetleri üzerinde araştırmalar yapılmalıdır.
2. Her türlü okul sağlığı araştırmasını kolaylaştırmak için, tüm okul sağlığı yetkilileri veri toplama protokolleri ve standartları oluşturmalıdır.
3. Ailelerin ve ergenlerin katılımı sağlanmalıdır.
4. Okul sağlığı hizmetleri için fon ve finansman kaynakları sağlanmalıdır.

9. Kaynaklar

- Davens, E. (1955). Screening for defects among school children. *J Chronic Dis*, 2(4), 409–417. [https://doi.org/10.1016/0021-9681\(55\)90182-X](https://doi.org/10.1016/0021-9681(55)90182-X)
- Akçay, D. (2016). Okul ortamında bulaşıcı hastalıklardan korunmada okul hemşiresinin rolü. *Cumhuriyet Hem Der*, 5(2), 84–94.
- Akgül, E., & Ergün, A. (2021). Toplum sağlığının geliştirilmesinde okul sağlığı hemşireliği. *Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 3(2), 141-153.
- Alexandropoulou, M. (2013). The health promoting school and the school nurse: A content analysis of school staff's views. *Br. J. Sch. Nurs.*, 8(3), 134-141. doi:<https://doi.org/10.12968/bjsn.2013.8.3.134>
- Altuntaş, S., & Baykal, Ü. (2012). Okul hemşirelerinin iş, iş ortamı, rol ve sorumluluklarına yönelik görüşleri. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 9(1), 43-50.
- American Academy of Pediatrics. (2008). The role of the school nurse in providing school health services. *Pediatrics*, 121, 1052–1056.
- American Academy of Pediatrics. (2015). Caring for your school-age child: ages 5 to 12: health screenings at school. Retrieved from American Academy of Pediatrics website: <https://www.healthychildren.org/English/ages-stages/gradeschool/school/Pages/Health-Screenings-at-School.aspx>. Erişim Tarihi: 22.12.2021.
- Arıkan D., Çelebioğlu A., & Güdücü, T. F. (2013). Çocukluk Dönemlerinde Büyüme ve Gelişme. In *Pediatric Hemşireliği*. (Conk Z, Başbakkal Z, Yılmaz HB, Bolışık B. (Editörler) ed., pp. 53-100). Ankara: Akademisyen Tıp Kitabevi.
- Bahar, Z., & Öztürk Haney, M. (2020). Okul Sağlığı Hemşireliği. (Ed. Sebahat Gözümlü), *Okul Dönemindeki Çocukların Sağlığının Geliştirilmesi* (p, 17-23). Ankara: Vize yayıncılık.
- Baisch, M. J., Lundeen, S. P., & Murphy, M. K. (2011). Evidence-based research on the value of school nurses in an urban school system. *J. Sch. Health*, 81(2), 74-80. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2010.00563.x>
- Bobo, N., Kimmel, L., & Bleza, S. (2012). Promoting health at school. In J Selekman (Ed.), *School nursing: a comprehensive text* (pp. 440–472). FA Davis Company. Ebook.
- Bohnenkamp, J. H., Stephan, S. H., & Bobo, N. (2015). Supporting student mental health: The role of the school nurse in coordinated school mental health care. *Psychol Sch*, 52(7), 714-727. doi:<https://doi.org/10.1002/pits.21851>
- Cadena, A. C., Lindholm, N., & Stenfeldt, K. (2021). School-based hearing screening in Sweden—An evaluation of current practices. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol*, 150, 110938. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110938>

- Candan, C., & Çalışkan, S. (2005). Çocukluk çağında hipertansiyona yaklaşım Derleme. *Türk Pediatri Ars*, 40(1), 15-22.
- Casamassimo, P. S., Thikkurissy, S., Edelstein, B. L., & Maiorini, E. (2009). Beyond the dmft: the human and economic cost of early childhood caries. *J Am Dent Assoc*, 140(6), 650-657. doi:<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0250>
- CDC. (2020). Caring for children in a disaster: a child's health is the public's health. Retrieved from Centers for Disease Control and Prevention website: <https://www.cdc.gov/childrenindisasters/features/children-public-health.html>. Erişim Tarihi: 22.12.2021.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2015). CDC healthy schools. Retrieved from Centers for Disease Control and Prevention website: <http://www.cdc.gov/healthyyouth/cshp/components.htm>. Erişim Tarihi: 23.12.2021.
- Ciner, E. B., Schmidt, P. P., Orel-Bixler, D., Dobson, V., Maguire, M., Cyert, L., . . . Schultz, J. (1998). Vision screening of preschool children: evaluating the past, looking toward the future. *Optom Vis Sci*, 75(8), 571-584. doi:<https://doi.org/10.1097/00006324-199808000-00022>
- Council on School Health. (2016). Role of the school nurse in providing school health services. *Pediatrics*, 137(6), e20160852. doi: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-0852>
- Çakır, G., & Altay, N. (2021). Kronik hastalığı olan çocukların bakımında okul hemşiresinin görev ve sorumlulukları. *DEUHFED*, 14(1), 55-61. doi:<https://doi.org/10.46483/deuhfed.730452>
- Denboba, A. D., Sayre, R. K., Wodon, Q. T., Elder, L. K., Rawlings, L. B., & Lombardi, J. (2014). *Stepping up early childhood development: investing in young children for high returns*. World Bank Group & Children's Investment Fund Foundation.
- Ergün, A., Erol, S., Gür, K., & Şişman, F. N. (2020). Sağlığın Değerlendirilmesi (Ed. Sebahat Gözüm), *Okul Dönemindeki Çocukların Sağlığının Geliştirilmesi* (p, 61-186). Ankara: Vize yayıncılık.
- Gündüz, S., & Albayrak, H. M. (2014). Okul Sağlığında Neredeyiz? *Ank. Med. J.*, 14(1), 29-33.
- Ilgaz, A. (2021). Effect of health screening and School Nurse Interventions on primary school students' knowledge, behavior, and status in Turkey: A quasi-experimental Omaha System study. *J. Pediatr. Nurs*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pedn.2021.08.014>
- Institute of Medicine (US) Committee. (1997). *Schools & health: our nation's investment* (D. Allensworth, E. Lawson, L. Nicholson, & J. Wyche, Eds.). Washington (DC). <https://doi.org/10.17226/5153>.
- Kabasakal, Z., & Çelik, N. (2010). Sosyal beceri eğitiminin ilköğretim öğrencilerinin sosyal uyum düzeylerine etkisi. *İlköğretim Online*, 9(1), 203-212.

- Karataş, İ. H. (2012). Bir kamu hizmeti olarak okul yönetimi: eğitim yöneticilerinin toplumsal katılıma ilişkin tutumlarının incelenmesi. *Eğitim Ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 4(8), 17-34.
- Koçoğlu, D., & Emiroğlu, O. N. (2011). Okul hemşiresinin okul sağlık tarama programlarındaki rolünün değerlendirilmesi. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 13(3), 5-19.
- Krause-Parello, C. A., & Samms, K. (2010). School nurses in New Jersey: A quantitative inquiry on roles and responsibilities. *J Spec Pediatr Nurs*, 15(3), 217-222. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2010.00241.x>
- Lü, J., Huang, Z., Ma, Y., Li, Y., Mei, L., Yao, G., . . . Wu, H. (2014). Comparison between hearing screening-detected cases and sporadic cases of delayed-onset hearing loss in preschool-age children. *Int. J. Audiol*, 53(4), 229-234. doi:<https://doi.org/10.3109/14992027.2013.858278>
- Magalnick, H., & Mazyck, D. (2008). Role of the school nurse in providing school health services. *Pediatrics*, 121(5), 1052-1056. doi:10.1542/peds.2008-0382
- Maughan, E. D., Cowell, J., Engelke, M. K., McCarthy, A. M., Bergren, M. D., Murphy, M. K., . . . Kintner, E. K. (2018). The vital role of school nurses in ensuring the health of our nation's youth. *Nurs. Outlook*, 66(1), 94-96. doi:<https://doi.org/10.1016/j.outlook.2017.11.002>
- Meydanlıoğlu, A., & Gözüm, S. (2019). Türkiye’de Okul Sağlığını Geliştiren Uygulama ve Programlar. *Türkiye Klinikleri J Public Health Nurs-Special Topics*, 5(1), 16-23.
- National Association of School Nurses. (2016). The role of the 21st century school nurse. *NASN School Nurse*, 32(1), 56-58.
- Öncel, S., Akcan, A., & Meydanlıoğlu, A. (2020). Sağlığın Geliştirilmesi ve Hastalıkların Önlenmesi. (Ed. Sebahat Gözüm), *Okul Dönemindeki Çocukların Sağlığının Geliştirilmesi* (p, 188-253). Ankara: Vize yayıncılık.
- Özcan, C., Kılınç, S., & Gülmez, H. (2013). Türkiye’de okul sağlığı ve yasal durum. *Ank. Med. J.*, 13(2), 71-81.
- Öztürk, A. B., & Sönmez, B. (2016). Güneydoğu anadolu kırsalında yaşayan çocuklarda ağız ve diş sağlığı değerlendirilmesi: kesitsel saha çalışması sonuçları. *Konuralp Tıp Dergisi*, 8(3), 195-201.
- Pekcan, H. (2006). Okul sağlığı. In Ç. Güler & L. Akın (Eds.), *Halk sağlığı temel bilgiler* (1st ed., pp. 454-469). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Basımevi.
- Prieve, B. A., Schooling, T., Venediktov, R., & Franceschini, N. (2015). An evidence-based systematic review on the diagnostic accuracy of hearing screening instruments for preschool-and school-age children. *Am. J. Audiol*, 24(2), 250-267. doi:https://doi.org/10.1044/2015_AJA-14-0065

- Punch, R. (2016). Employment and adults who are deaf or hard of hearing: Current status and experiences of barriers, accommodations, and stress in the workplace. *Am Ann Deaf*, 161(3), 384-397.
- Sağlan, Y., & Bilge, U. (2018). Adolesan ve okul sağlığı. *Türkiye Klinikleri J Fam Med-Special Topics*, 9(6), 11-16.
- Sağlık Bakanlığı. (2014). Çok sektörlü sağlık sorumluluğunu geliştirme programı 2013-2023. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 942.
- Sağlık Bakanlığı. (2021a). Okul çağı çocuklarda işitme taraması programı. Retrieved from Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Çocuk ve Ergen Sağlığı Daire Başkanlığı website: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/cocukergen-tp-liste/okul-cağı-cocuklarda-işitme-taraması-programı.html>. Erişim Tarihi: 23.12.2021.
- Sağlık Bakanlığı. (2021b). Okulda sağlığın korunması ve geliştirilmesi programı. Retrieved from Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Çocuk ve Ergen Sağlığı Daire Başkanlığı website: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/cocukergen-sgp1/sağlığın-gelisitirlmesi/okulda-sağlığın-korunması-ve-geliştirilmesi-programı.html>. Erişim Tarihi: 23.12.2021.
- Samdal, O. (2017). School health promotion. In S. R. Quah (Ed.), *International Encyclopedia of Public Health* (Second Edition) (2nd ed., pp. 439-446). Oxford: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00396-9>.
- Schaffer, M. A., Anderson, L. J., & Rising, S. (2016). Public health interventions for school nursing practice. *J Sch Nurs*, 32(3), 195-208. doi:10.1177/1059840515605361
- Selekman, J., Shannon, R. A., & Yonkaitis, C. F. (2019). *School nursing: A comprehensive text*. Philadelphia: F.A. Davis Co: FA Davis.
- Starfield, B., & Vivier, P. M. (1995). Population and selective (high-risk) approaches to prevention in well-child care. In M. R. Solloway & P. Budetti (Eds.), *Child Health Supervision: Analytical Studies on the Financing, Delivery, and Cost-Effectiveness of Preventive and Health Promotion Services for Infants, Children, and Adolescents* (1st ed.). Arlington, Va: National Center for Education in Maternal and Child Health.
- Şahinöz, T., Şahinöz, S., & Kıvanç, A. (2017). Sağlığı geliştirmenin en kolay yolu: Okul sağlığı. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 303-312.
- Tarı, S., & Kitiş, Y. (2016). Tip 1 diyabetli çocukların okulda diyabet yönetimiyle ilgili yaşadıkları güçlükler. *EGEHFD*, 32(2), 44-60.
- Temel, A. B., Bahar, Z., Ergün, A., Kadioğlu, H., Erol, S., & Öncel, S. (2020). *Improving the health of school children* (2nd ed.). Ankara: Vize Publisher.
- Tomblin, J. B., Oleson, J., Ambrose, S. E., Walker, E. A., & Moeller, M. P. (2020). Early literacy predictors and second-grade outcomes in children who are

- hard of hearing. *Child Dev*, 91(1), e179-e197. doi:<https://doi.org/10.1111/cdev.13158>
- Totan, T. (2014). Okul psikolojik danışma ve rehberlik hizmetleri kapsamında sosyal ve duygusal öğrenmenin değerlendirilmesi. *EFED*, 5(1), 57-70.
- Vinciullo, F. M., & Bradley, B. J. (2009). A correlational study of the relationship between a coordinated school health program and school achievement: a case for school health. *J Sch Nurs*, 25(6), 453-465. doi:<https://doi.org/10.1177/1059840509351987>
- Vogt, B. A. (2001). Hypertension in children and adolescents: definition, pathophysiology, risk factors, and long-term sequelae. *Curr Ther Res*, 62(4), 283-297.
- Wang, L. Y., Vernon-Smiley, M., Gapinski, M. A., Desisto, M., Maughan, E., & Sheetz, A. (2014). Cost-benefit study of school nursing services. *JAMA Pediatr*, 168(7), 642-648. doi:<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.5441>
- World Health Organization. (2020). Health promoting schools. Retrieved from World Health Organization, website: https://www.who.int/health-topics/health-promoting-schools#tab=tab_1. Erişim Tarihi: 22.12.2021.
- World Health Organization. (2021). Deafness and hearing loss. Retrieved from World Health Organization website: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>. Erişim Tarihi: 23.12.2021.
- Yıldız, E. (2020). Okul sağlığı hemşireliği. (Ed. Behice Erci), *Halk sağlığı hemşireliği* (p, 93-98). İstanbul: Anadolu Nobel Tıp Kitapevleri.
- Zaba, J. N., Reynolds, W., Mozlin, R., Costich, J., Slavova, S., & Steele, G. T. (2007). Comparing the effectiveness of vision screenings as part of the school entrance physical examination to comprehensive vision examinations in children ages 3 to 6: an exploratory study. *Am. J. Optom.*, 78(10), 514-522. doi:<https://doi.org/10.1016/j.optm.2007.07.009>

Bölüm 26

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE GIDA GÜVENCESİ

Yasin AKKEMİK¹

Kemal Kaan TEKİNŞEN²

1 Öğr. Gör., Selçuk Üniversitesi, Karapınar Aydoğanlar MYO, Gıda İşleme Bölümü, Konya.
yasinakkemik@selcuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9086-0324>

2 Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, Konya.
kktekinsen@selcuk.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3287-3925>

Gıda Güvencesi (Food Security-FS), gıdanın bulunabilmesinin ve insanların bu gıdalara erişebilme yeteneğinin bir ifadesidir ve dört temel üzerine inşa edilmiştir. Bunlar gıda mevcudiyeti, gıdaya ekonomik ve fiziksel erişim, gıda kullanımı ve gıda arzının istikrarıdır (Committee on World Food Security. 2012; Ericksen 2008) İlk Bin Yıllık Kalkınma Hedeflerinden biri olan “Aşırı yoksulluğu ve açlığı ortadan kaldırma” hedefinden de anlaşılabacağı üzere gıda güvencesi kavramı, sürdürülebilir kalkınma tartışmalarının merkezinde yer almıştır (United Nations, 2015a). İkinci Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ise “sıfır açlık”, “açlığı sona erdirmeyi, gıda güvencesini sağlamayı ve beslenmeyi iyileştirmeyi, sürdürülebilir tarımı teşvik etmeyi” amaçlamaktadır (United Nations 2015b). Bununla birlikte, son yıllarda gösterilen çabalara rağmen, gıda güvencesizliği birçok ülkede, özellikle de gelişmekte olan ülkelerde çözülmesi gereken acil bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. 2019 Dünya Gıda Güvencesi ve Beslenme Durumu raporuna göre 2018 yılında özellikle Afrika, Latin Amerika ve Asya’da 820 milyondan fazla insanın aç olduğu bildirilmiştir (FAO et al. 2019). Bununla birlikte, orta düzeyde gıda güvencesizliğinden etkilenen ülkeler de dikkate alındığında, gelişmiş ülkelerin (örn., Kuzey Amerika ve Avrupa) nüfusunun %8’i de dahil olmak üzere, 2 milyardan fazla insanın iyi bir gıda güvencesi statüsüne sahip olmadığı tahmin edilmektedir (FAO et al. 2019).

Gıda güvencesizliği; başta iklim değişikliği (climate change) olmak üzere birçok olumsuz faktörün bir araya gelmesiyle birlikte, küresel gıda sisteminin yetersiz ve işlevsiz olduğunun da bir göstergesidir (El Bilali 2019; Capone, El Bilali, and Bottalico 2016). FAO’nun 2016 yılında yayımladığı raporda, iklim değişikliğinin tarım ve hayvancılığı olumsuz yönde etkileyeceği ve buna bağlı olarak gıdaya erişimin azalacağı, gıda güvencesizlik sorununun giderek derinleşeceği bildirilmiştir. İklim değişikliği, tarımsal üretimde kullanılan doğal kaynakları (örn., su, toprak) direkt olarak etkiler (Čadro et al. 2019; Šimunić et al. 2019). Bununla birlikte tarım ve gıda güvencesi üzerindeki etkilerinin ötesinde, insanlığın karşı karşıya olduğu en acil sorunlardan biridir (Intergovernmental Panel on Climate Change 2012; Steffen et al. 2015; United Nations 2015b) ve sürdürülebilir kalkınma konusunda devam eden tartışmaların merkezinde yer almaktadır. İkinci Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri “iklim eylemi”, “iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele etmek için acil eylemde bulunmayı” amaçlamaktadır (United Nations 2015b). Bu bağlamda, bu çalışma ile başta iklim değişikliğinin toprak, su ve mahsuller üzerine olan etkisi ile bu etkilerin gıda güvencesinin dört temeli üzerindeki etkileri ele alınarak, iklim değişikliği ve gıda güvencesi arasındaki çok yönlü ilişkilerin analizi amaçlanmıştır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GIDA GÜVENCESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İklim değişikliğini etkileyen pek çok etken olmasına rağmen, özellikle atmosferdeki sera gazı emisyonlarının artması, kötüleşen iklim koşullarının nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Atmosferde artan sera gazı konsantrasyonunun, dünyada daha fazla ısı tutunmasına ve böylece küresel ortalama sıcaklıklarda artışa neden olduğu bilinmektedir (Thomas and López 2015). İklim değişikliği ekosistem ve insan toplumları üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Gould and Lewis 2009). Seller, kuraklık, tarımsal verimin düşmesi ve bunlara bağlı olarak hayvan yetiştiriciliğinin olumsuz yönde etkilenmesi iklim değişikliğinin etkileri içerisinde yer almaktadır. İklim değişikliğinin gıda güvencesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için, gıda üretiminde oldukça önemli yer tutan toprak, su ve mahsuller üzerine olan etkilerinin bilinmesi oldukça önemlidir (Lal 2013).

Toprak

Toprak kaynakları sınırlıdır ve arazinin yanlış kullanımı, yanlış yönetim ve iklim değişikliği gibi nedenlerle bozulmaya açıktır (Lal 2013). İklim değişikliği artan atmosferik karbon dioksit konsantrasyonları ($\text{CO}_2 \geq 400$ ppm), artan hava sıcaklıkları ($\geq 2-4^\circ\text{C}$) ile birlikte kendini göstermektedir. Bu durum toprak özelliklerini, verimliliğini ve besin miktarı ile içeriğini önemli ölçüde etkilemektedir (Islam and Wong 2017). Bunun nedeni, atmosferik karbon (C) döngüsünün dinamik ve iklim değişikliğine duyarlı olmasıdır (Lal 2013). Bununla birlikte, artan atmosferik CO_2 konsantrasyonları topraktaki kayaların ve minerallerin hızlı bir şekilde ayrışmasına, sıcaklıkların artmasına, yoğun yağışlara, ısı dalgalarına ve uzun süreli kuraklık dönemlerine neden olmaktadır (Islam and Wong 2017).

Ayrışma, karbon dioksit konsantrasyonunu azaltma etkisine sahip olsa da (topraklardaki inorganik karbon-IC miktarını artırarak), topraklardaki biyotik ve abiyotik C döngüleri arasındaki dengenin bozulmasına neden olabilir (Islam and Wong 2017). Topraktaki karbondioksit konsantrasyonundaki değişiklikler, toprağın organik madde içeriğini ve toprak kalitesini etkileyerek toprağın bozulmasına neden olur. Toprak bozulması, tarım girdi ve çıktıların verimliliğini azaltır. Ek olarak, toprak kalitesindeki bu düşüş, arazinin “kabuklaşma, sıkışma, hızlandırılmış erozyon ve tuzlanma” (Lal 2013) dahil olmak üzere bozulmaya karşı hassasiyetini artırabilir. İklim değişikliği sonucunda toprakta meydana gelen bu değişiklikler toprak özelliklerinde, yüzey suyu ve yeraltı suyu kalitesinde, gıda güvencesinde, su kaynaklarında, insan sağlığında, enerjide, tarımda, ormanlarda ve ekosistemlerde önemli/dramatik değişikliklere neden olabilir (Islam and Wong 2017).

Ayrıca yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin kuraklık, sel ve sıcak hava dalgaları gibi iklimle ilgili felaketlerin olasılığını artırdığı için insanlık ve tarımsal ekosistemler ve dolayısıyla gıda güvencesini olumsuz etkilediğini göstermektedir (Islam 2013). Bu durum toprağın kuruma-ıslanma döngüsünü etkiler ve toprağın su içeriği ile oksijen kısmi basıncı değişerek topraktaki mikrobiyal nitrojen (N) döngü hızını doğrudan etkiler (Gschwendtner et al. 2014). Bu değişiklikler neticesinde nitrat oluşumuna neden olan nitrifikasyon olasılığı artar ve toprak tipine bağlı olarak, nitratlar yeraltı sularına karışabilir. Böylece topraktaki kullanılabilir N miktarı önemli ölçüde azalabilir (Gschwendtner et al. 2014). Yoksullaşan toprak, mahsulün kalitesi ve miktarında bir azalmaya neden olduğu için gıda güvencesini direkt olarak etkiler. Böylece dünya nüfusu için gıda mevcudiyeti/varlığı azalmış olur. Toprak N içeriğinde meydana gelen değişiklikler, bitkilerin topraktan almış olduğu besin içeriği sayı ve miktarını etkileme potansiyeline sahiptir. Bu durum mahsüllerde, eser elementlerin düşük konsantrasyonlarda bulunması ile sonuçlanabilir (St. Clair and Lynch 2010). Böylece yetersiz ve dengesiz beslenen toplumlarda eser besin ögesi eksikliklerinden ileri gelen hastalıkların görülmesi kaçınılmaz olabilir.

Araştırmalar, belirli bir eşiğin aşılması durumunda, toprağa verilen hasarın geri döndürülemez/yenilenemez olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, zarar görmüş toprak, yalnızca gıda üretimini değil, aynı zamanda sera gazlarının emisyonunu ve suyun kalitesini/miktarını da etkilediğinden, toplum için fosil yakıtların tükenmesinden daha yakın ve acil bir sorun olarak değerlendirilmelidir (Shaid and Ahmed 2014). Kara, su ve atmosfer koşulları birbirine entegredir. Bu nedenle toprak, gıda güvencesinin sağlanmasında hayati bir öneme sahiptir. Sonuç olarak, iklim değişikliği toprakta bulunan C konsantrasyonunu ve besin maddelerini de etkileyerek mahsul üretimini (kalite ve miktar), su kaynaklarını ve dolayısıyla gıda güvencesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Su

Toprak kaynaklarına benzer şekilde su kaynakları da kıttır ve kirliliğe, kontaminasyona, ötrofikasyona ve iklimdeki değişikliklere karşı hassastır (Lal 2013). 2014 yılında Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı (UNDESA) tarafından yayımlanan rapora göre, mevcut iklim değişikliği sonucunda 2030 yılına kadar dünya nüfusunun neredeyse yarısının yüksek su sıkıntısı ile karşı karşıya kalacağı bildirilmiştir (UNDESA). Değişen yağış rejimi, hidrolojik sistemleri etkileyerek su kalitesinin ve miktarının etkilenmesine neden olur (Lal 2013). Su mevcudiyeti/varlığı, dünyanın bazı bölgelerinde sıcaklık ve yağışta azalma veya dalgalanmalara neden olma potansiyeline sahip olan iklim değişikliği tarafından tehdit edilmektedir (Kang, Khan, and Ma

2009). Yağış ve sıcaklıktaki dalgalanmalar, özellikle pirinç gibi yüksek sıcaklık ve yağış koşulları gerektiren mahsuller için potansiyel bozulma etkeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

Daha önce bahsedildiği gibi, iklim değişikliği toprağın kuruma-ıslanma döngülerini etkiler ve böylece topraktaki N içeriğini değiştirir. Topraktan gelen nitratlar yeraltı sularına karışır ve suyun besin konsantrasyonunu değiştirerek su kaynaklarını etkiler. Sularda artan N konsantrasyonu ötrofikasyona neden olabilir. Ötrofikasyon ise sularda besinlerin aşırı artması neticesinde yüzen bitki topluluklarında ve planktonlarda artışa yol açar (Feuchtmayr et al. 2009). Bu artış, su altındaki bitki topluluklarının fotosentez yapması için gereken güneş ışığının yüzeyde yüzen bitkiler tarafından bloke edilmesi ve emilmesine neden olur. Su yüzeyinde bulunan bu oluşumlar yaşamlarını devam ettirebilmek için su içerisinde bulunan bitkiler ve diğer canlılar ile rekabet ederek, onların gelişimini etkileyebilir.

Su altındaki bitki topluluklarının fotosentez yapamaması, solunum yapamaması ve gerekli besin maddelerini absorbe edememesi, sonunda bu bitkilerin ölümü gerçekleşir. Su altındaki bitki topluluklarının ölümleri sonucunda, bitkiler artık oksijeni alamadığından ve solunum süreci yoluyla karbondioksit döndüremediğinden, sulardaki oksijen içeriğinde artışa dolayısıyla suyun kimyasal bileşiminde değişikliğe neden olacaktır. Bu da sudaki biyo çeşitliliğin bozulması ile sonuçlanır. Bu bitkilere besin olarak bağımlı olan deniz canlıları da besin zincirindeki değişikliklerden etkilenir. Böylece alternatif gıda biçimlerine geçemeyen hayvanlar, beslenme alımındaki değişiklikler nedeniyle ya ölür ya da beslenme yetersizlikleri yaşar.

Bununla birlikte, atmosferdeki yüksek sera gazı konsantrasyonu ve kimyasal atıkların sulara sorumsuzca atılması da okyanus, deniz ve sularda asitlenme ve hipoksiye neden olarak su konsantrasyonunun değişmesine ve birçok alanda balıkçılık ile su ürünleri yetiştiriciliğinin etkilenecek verimin azalmasına yol açmıştır (Porter et al. 2014). Yükselen küresel sıcaklık aynı zamanda sularda sıcaklığın da artmasına neden olmuş ve iklime uyum sağlayamayan veya daha soğuk sulara göç edemeyen deniz canlılarının hayatını tehlikeye atmıştır. Çalışmalar, su sıcaklığındaki 1 °C'lik küçük bir artışın bile balık ölümlerini, üremeyi, coğrafi dağılımları ve hasatları büyük ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir (Mahapatra 2015).

Ayrıca sularda ki artan sıcaklıkların ringa balığı ve mezgit balığı gibi balıkların daha küçük vücut yapılı olmalarına neden olduğu bildirilmiştir (Baudron et al. 2014). Bunun nedeni, daha sıcak su koşullarının su altında anabolik oksijen talebini arttırdığı ve aynı zamanda hayatta kalmak için

gerekli olan oksijen çözünürlüğünü azaltmış olması olarak açıklanmıştır (Baudron et al. 2014). Bu nedenle, su altındaki oksijen konsantrasyonundaki değişime uyum sağlamak için balık türleri, oksijen taleplerini ve alımlarını dengelemek amacıyla daha büyük bir yüzey alanı/hacim oranına sahip olacak şekilde daha küçük vücut yapılarına evrimleşmişlerdir (Baudron et al. 2014). Balıklardaki bu biyolojik değişiklik, sadece canlı başına üreme oranlarında bir düşüş, yırtıcılara ve değişen ekosistemlere karşı direncin azalmasına değil, aynı zamanda gıda güvencesini de tehdit ettiği için endişe verici boyutlardadır (Baudron et al. 2014). Canlı başına düşen üreme oranlarının azalması, balık türü popülasyonunun önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, daha sıcak su koşulları gıda güvencesini tehdit eder. Çünkü bu sıcak koşullar gıda mevcudiyetinin ve istikrarın azalmasına neden olur. Bununla birlikte, artan küresel sıcaklıklar suların kurumasına neden olarak çölleşmenin yaygınlaşmasına da neden olmaktadır. Çölleşme, arazinin sertleşmesine, mahsul üretimi ve/veya hayvancılık için uygun olmamasına neden olarak ekilebilir arazilerin kaybına yol açmaktadır.

İklim değişikliği su üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü sadece suların fiziksel koşulları (örn., sıcaklık ve arazi koşulları) ve kimyasal ortamı (örn., asitlik ve oksijen içeriği) değiştirmekle kalmaz, aynı zamanda su yaşamında azalma, su canlı türlerinin dağılımı ve bolluğundaki değişimler ile biyolojik çevreyi de etkiler (Cheung et al. 2015). Bu etkiler tarımsal üretimin azalmasına neden olur. Ayrıca artan dünya nüfusu, gıda arz talepleri ve kötüleşen iklim koşulları ile birleştiğinde, gıda güvencesi üzerinde olumsuz etkileri giderek artmaktadır.

Mahsuller

İklim değişikliği, iklimle ilgili afetlerin (örn., sel ve kuraklık) sıklığını da arttırmıştır. Oluşan sel ve kuraklıkların mahsul üretimi ve gıda güvencesi üzerinde doğrudan olumsuz etkileri vardır. Küresel sıcaklık artışı, buzulların erimesi sonucu artan deniz seviyeleri nedeniyle sellere neden olmuştur (Kibria 2014). Deniz seviyesindeki yükselme (Sea-level rise-SLR) taşkınlar ve seller meydana getirerek toprağa, yeraltı sularına ve tatlı sulara tuzlu suyun geçişine neden olur, gıda güvencesini ve gıda üretimini etkiler (Kibria 2014). Ayrıca SLR sonucunda mahsullerin, toprağın havalanmasını önleyen sel sularının altında kalmasına ve bozulmasına neden olur. Tuzlu su girişi, arazi bozulmasına neden olan tuzlanma ve su birikmesine neden olarak araziye mahsul yetiştirmek için elverişsiz hale getirir. Bangladeş'te 1,5 m'lik bir SLR'nin ülke arazisinin yaklaşık %16'sını sular altında bırakabileceği ve pirinç üretimi için uygunsuz bir yapının oluşacağı bildirilmiştir (Kibria 2014). İklim değişikliğinden ileri gelen kuraklık, tarımsal üretim için ihtiyaç duyulan suyun kıtlığına ve sonuç olarak ekinlerin bozulmasına/ölmesine neden

olur. İklim değişikliği ile mahsul verimi arasındaki önemli ilişki, 2003 yılında Avrupa'daki şiddetli sıcaklıklar nedeniyle İtalya ve Fransa'daki mısır veriminin sırasıyla %36 ve %30 düşmesi ile açıkça ortaya konmuştur (Farmar-Bowers 2013). Kuraklık, bitkilerin kullanabileceği su kapasitesinde düşüşe yol açarak araziye mahsul üretimi için uygun hale getirmediğinden toprak kalitesini de olumsuz etkilemektedir.

Ek olarak, iklim değişikliğinin neden olduğu küresel sıcaklıklardaki artış, yabancı otların artmasına ve bunun sonucunda da fazla miktarda pestisit kullanımına neden olmaktadır (Keating 2013). Artan sıcaklıklar ile mahsuller, haşerelerin daha yoğun saldırıları ile karşı karşıya kalarak, mahsulleri hastalıklara karşı daha hassas hale getirmektedir (Santra, Mallick, and Samal 2014)]. Bunun nedeni, artan sıcaklıkların, mahsul kalitesi ve miktarını etkilediği için mahsul gelişimi üzerinde olumsuz etkileri olan ve hastalığa neden olan organizmalar/zararlılar için daha optimal koşullar oluşturmalarıdır (Santra et al. 2014). Hindistan Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden araştırmacılar tarafından buğday gelişme dönemi boyunca sıcaklıktaki her 1 °C'lik artışla üretimde 4-5 milyon tonluk bir kayıp olabileceği bildirilmiştir (Mahapatra 2015). Artan sıcaklıklar ve mahsul üretimine zarar veren koşullar, mahsullerin kalitesini ve miktarını etkilediğinden, iklim değişikliği gıda güvencesini etkilemektedir.

İklim değişikliğinin mahsul üretimi üzerine olan bir diğer etkisi de, artan CO₂ seviyelerine bağlı gelişen atmosferdeki sera gazı etkisidir. Günümüzde atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu yaklaşık 385 ppm iken 2100 yılına kadar bu seviyenin yaklaşık 500-1000 ppm seviyelerine yükseleceği tahmin edilmektedir (Taub 2010) Bazı araştırmacılar yüksek atmosferik CO₂ seviyelerinin bitkinin fizyolojisi, büyümesi ve kimyası için faydalı olduğunu, diğer tüm koşulların sabit kalması şartıyla, CO₂'deki iki kat artışın kuru madde üretiminde %10-15'lik bir artışa yol açacağını bildirmişlerdir (Santra et al. 2014). Bunun nedeni artan CO₂'in fotosentez hızını arttırması ve böylece daha fazla ürün üretimine (örn., su, glikoz ve oksijen) izin vermesidir. Bununla birlikte, daha önce belirtildiği gibi, artan CO₂ seviyelerinin faydalarının, ancak iklim değişikliğinin herhangi bir etkisinden, yani artan küresel sıcaklıktan ve toprak azot içeriğindeki değişikliklerden bağımsız olmaları durumunda mümkün olduğunu bilgisi önemlidir. Bu konuda Stanford Üniversitesi'nde yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin diğer olumsuz etkilerinin de dikkate alındığı durumlarda, yüksek konsantrasyonlarda CO₂ varlığının bitki gelişiminde gerilemeye ve besin maddelerinde azalmaya yol açacağı bildirilmiştir (Shwartz 2012).

Artan atmosferik CO₂ ile birlikte topraktaki azot değişiklikleri, bitkilerde bulunan azot miktarlarında değişmelere neden olarak bitkilerin protein konsantrasyonlarını etkilemektedir. Ayrıca yüksek CO₂ seviyeleri, yapısal olmayan karbonhidratların oluşumuna yol açan yüksek seviyelerde

fotosentetik aktiviteyi teşvik ederek, mahsullerin diğer besinleri ve mineralleri alması için yüzey alanı eksikliği oluşturmaktadır. Bu da kalsiyum, magnezyum, nitrojen ve fosfor gibi diğer minerallerin ve besinlerin alımını engelleyerek bitki besin içeriğinin değişmesine neden olmaktadır.

Bununla birlikte, artan küresel sıcaklıklar, mahsullerde ısı hasarına ve fizyolojik bozukluklara neden olarak üretilen mahsulün kalitesini ve miktarını da etkilemektedir (Santra et al. 2014). İklim değişikliği, topraklardaki artan nitrojen konsantrasyonları ve yükselen küresel sıcaklıklarda görüldüğü gibi, CO₂ seviyelerini etkiler. Artan CO₂ seviyelerinin etkilerinin mahsul üretimine zarar verdiği açıktır. Ancak iklim değişikliğinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerinin iki yüzü vardır. Birincisi, iklim değişikliği ekinlerin büyüme periyodunu azaltarak daha fazla üretim döngüsü oluşturup üretim çıktısını artırabilir (Kang et al. 2009). Ayrıca iklim değişikliği ürün rotasyon süresini azaltabilir ve bir yılda daha fazla ürün üretilmesini sağlayabilir. İkincisi ise her ne kadar mahsul rotasyonu sürelerinin kısalması ile artan çıktı olsa da, çıktıdaki artışın daha fazla talep gören mahsullerden olmayabileceğidir. Bunun nedeni, çoğu Asya ülkesinde temel gıda kaynağı olan pirinç başta olmak üzere bazı mahsullerin özel yetiştirme koşullarına ihtiyaç duymasındır.

TOPRAK, SU VE MAHSULLER ÜZERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER GIDA GÜVENCESİNİ NASIL ETKİLER?

Toprağın, suyun ve mahsulün gıda güvencesi üzerine olan etkilerini; gıda mevcudiyeti, gıdaya ekonomik ve fiziksel erişim, gıda kullanımı ve gıda arzının istikrarı başlıkları altında incelenmesi gerekmektedir. Gıda mevcudiyeti; tüketime hazır gıdanın fiziksel mevcudiyeti anlamına gelir. Gıdaya ekonomik ve fiziksel erişim; gıda elde etme becerisine/kaynaklarına sahip olmayı ifade eder. Gıda kullanımı; gıdanın uygun besin içeriğine ve vücudun onu etkili bir şekilde kullanma kabiliyetine sahip olması anlamına gelir. Gıda arzının istikrarı ise bireyler için her zaman yeterli gıdanın bulunmasını sağlama becerisini ifade eder (Burke and Lobell 2010).

Gıda Mevcudiyeti

Toprak besin içeriğinden yoksunsa veya mahsullerin gelişimini destekleyemiyorsa, mahsul arzı ve dolayısıyla mevcudiyeti yetersiz olmaktadır. Aynı şekilde, yüksek asidik konsantrasyonu nedeniyle su kirliliği meydana gelirse, suyun asitliği mahsulleri olumsuz etkileyerek kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca, kuraklık gibi doğal afetlerin artması ile mahsulde gelişim geriliği ve bozulma ve/veya mahsul üretiminin gecikmesine gibi durumlar nedeniyle gıda güvencesi olumsuz

etkilenmektedir. Bununla birlikte taşkın ve seller mahsullerin yok olmasına ve/veya arazinin tarım elverişliliğinin kaybolmasına neden olmaktadır. Mahsuller, sıcaklık ve yağıştaki değişikliklere karşı hassastır ve küresel ortalama sıcaklıklarda 2 °C'lik bir artış, tarımsal uygulamaları ve mahsul üretim dönemlerini istikrarsızlaştırır (Kang et al. 2009). Ek olarak, iklim dalgalanmalarına yol açan iklim değişikliğinin yerel çeşitliliğin kaybına yol açma ve hem şimdiki hem de gelecekteki nesiller için daha az kaynak çeşitliliğine neden olma potansiyeline sahip olmasından dolayı gıda mevcudiyeti üzerine olan tehdit daha da artmaktadır (Úbeda et al. 2013).

Daha önce de belirtildiği gibi, iklim değişikliği sonucu oluşan, sularda sıcaklık artışları bazı deniz canlılarının coğrafi dağılımını değiştirme potansiyeline (daha soğuk sulara göç etme) sahiptir. Bu göç, göçü alan bölgelerde balıkçılık faaliyetlerini artırabilir ve böylece gıdayı ve yanı sıra istihdam olanaklarını da artırabilir. Bazı araştırmacılar bu durumun bölgelerdeki gıda mevcudiyetini ve gıdaya fiziksel erişimi artıracığı için bu göçü olumlu bulsalar da, bu balıkların menşei oldukları orijinal habitatlar büyük ölçüde etkilenecektir. Göç veren bölgelerdeki balıkçılık faaliyetleri, balık popülasyonundaki önemli düşüş nedeniyle etkilenecek ve gıda mevcudiyetinde, istihdamda azalmaya ve arzdaki düşüş nedeniyle fiyatlarda artışa neden olacaktır. Bu da gıda güvencesini etkileyerek gıda erişimini ve bulunabilirliğini azaltacaktır.

Gıdaya Ekonomik ve Fiziksel Erişim

İklimle ilgili afetler (örn.; sel, kuraklık) nedeniyle mahsuller yetersiz olduğunda, insanların gelirlerinde büyük bir kayıp meydana gelecektir. Bu afetler neticesinde, 2003-2013 yılları arasında, gelişmekte olan ülkelerde 1,9 milyardan fazla insan etkilemiş ve yaklaşık yarım trilyon ABD doları kayıp meydana gelmiştir (Islam and Wong 2017). FAO'ya göre bu felaketlerin toplam ekonomik etkisinin yaklaşık yüzde 22'sinin tarım sektöründe gerçekleştiği ve bunun da gıda güvencesini büyük ölçüde etkilediği bildirilmiştir (FAO 2015). İklim değişikliğinin etkilerinin eşit olmadığı açıktır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelere kıyasla iklim değişikliği ve mahsul yetersizliğinden daha fazla etkilenmektedirler. Özellikle az gelişmiş ülkelerdeki mevcut ekonomik sıkıntılar nedeniyle, bu tarz krizler meydana geldiğinde, vatandaşları için yeterli gıdayı stoklama ve ihraç etme kabiliyetlerini sınırlandırmaktadır.

Ayrıca, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçilerin büyük bir kısmı için bir hasattan elde edeceği gelir diğer üretim dönemini de etkilemektedir. Bu nedenle bir hasatın başarısız olması, tüm birikimlerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Ekonomilerindeki bu dar boğaz gıda temini noktasında satın alma güçlerini de etkilemektedir. Özellikle

çiftçilere yönelik devlet desteklerinin az gelişmiş ülkelerde olmaması ya da az olması bu durumu tetiklemektedir. Gelişmiş ülkelerdeki ekonomik refah ve destekler, yukarıda belirtilen olumsuzlukların önüne geçebilmektedir. Artan iklim değişikliğiyle birlikte Filipinler'deki pirinç üretiminin 2100 yılına kadar %75 oranında düşebileceği tahmin edilmektedir (Singh 2014). Bu düşüş, birçok Filipinlinin pirinç kıtlığı ve gıdaya ekonomik erişimin olmaması nedeniyle az pirinçle veya hiç pirinçle yetinmek zorunda kalmasına neden olabilir. Bununla birlikte, devletlerin mahsul üretiminde bu tür önemli kayıpların önlenmesine yardımcı olmak amacıyla, tarımsal faaliyetlerde iklim uyum programlarına uyarak teknolojinin daha fazla kullanılması gibi müdahale ve desteklerde bulunması ile bu sorunlar azaltılabilir (Singh 2014).

Mahsul üretiminde meydana gelen bozukluklar, birbirleri ile ilişkili olan hayvancık ve ticaret sektörlerini de oldukça olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, gıdalarda yüksek fiyat artışlarına neden olarak gıda güvencesizliği sorununu daha da derinleştirmektedir. Bununla birlikte iklimle ilgili afetler altyapı hasarlarına neden olarak insanların gıdaya fiziksel erişiminin sınırlı olduğu ve/veya hiç olmadığı alanları oluşturmaktadır. Ayrıca doğal afetler gıdaların üreticilerden tüketicilere taşınmasını engelleyen koşullar da meydana getirmektedir. Gıda ihracatının nihai hedeflerine ulaşamaması, gıda kıtlığına ve dolayısıyla gıda güvencesizliğine yol açmaktadır.

Gıda Kullanımı

İklim değişikliği nedeniyle toprak besin içeriğinin değişmesi üretilen mahsullerin besin değerini de değiştirmektedir. Ana diyeti, yoksul toprak koşullarında üretilen mahsullerden oluşan bireyler, tükettikleri besinlerdeki besin içeriğinin azalması nedeniyle yetersiz beslenme ve besin eksikliklerine karşı hassastır. Bu nedenle, iklim değişikliği gıda üretim faktörlerinde, yani toprakta ve suda, gıda besin değerini azaltan değişikliklere neden olursa, gıdanın besin değeri azalır ve tüketici tarafından ihtiyaç duyulan öğeler tam olarak alınamaz. Ayrıca gıdanın besin içeriği, vücudun sağlıklı bir yaşam adına, diyet ihtiyaçlarını karşılamak ve etkili bir şekilde kullanmak için yetersiz olduğundan, gıda kullanımı olumsuz etkilenir (Gschwendtner et al. 2014; St.Clair and Lynch 2010).

Mahsul yetiştirmek için kontamine su kullanımı tüketicilerin toksik ürünler tüketmesine neden olmaktadır. Ayrıca sel gibi iklim kaynaklı afetler de zararlı maddelerin su kaynaklarını kontamine etmesine neden olarak hidrasyon ve tarımsal amaçlı kullanılan su kaynaklarını kirlenmektedir. Sel, aynı zamanda, bireylerin sağlığını ve gıdaların tüketimini etkileyen vektör kaynaklı (örn.; sıtma ve dang humması) ve su

kaynaklı (kolera) hastalıkların insidansını da arttırmaktadır (Islam and Wong 2017).

İklimle ilgili felaketler meydana geldiğinde, insanlar gıda mevcudiyetindeki kıtlık nedeniyle besin açısından zengin gıdaları seçme yerine, kalorisi zengin fakat besin değeri düşük gıdalara öncelik vermek durumunda kalmaktadırlar. Bu durum diyet kalitesinde düşüşe yol açarak sağlık sorunlarının artmasına, iş gücünün azalmasına ve dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Porter et al. 2014). Tüm bu nedenler ile gıda güvencesi tehdit altındadır.

Gıda Arzında İstikrar

İklim değişikliği, değişen antropojenik koşullar, kuraklık-sel döngüleri ve dünya ısısının artışı nedeniyle besi hayvancılığı ve mahsul üretimi etkilenmektedir. Böylece gıda arzında istikrarsızlıklar meydana gelmektedir. Bazı devletler ve çiftçiler, iklim değişikliğinin gıda arzı üzerindeki etkilerini azaltma umuduyla teknolojik ilerlemelere ve gelişmelere önem vermiş ve bunları uygulamaya koymuşlardır. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için kullanılan teknolojik gelişmelerin gıda güvencesi ve iklim değişikliği sorununu daha da derinleştirme olasılığı da bulunmaktadır.

İklim değişikliği karmaşık bir süreçtir ve etkilerinin tamamı günümüzde dahi tam olarak çözülememiştir. Gıda üretim sistemlerinde ön plana çıkan teknolojik gelişmelerin gerçekten de iklim değişikliği etkilerini azaltıp azaltmayacağı zamanla anlaşılacak bir durumdur. Bu gelişmelerin daha iyi anlaşılması için daha fazla araştırma ve zamana ihtiyaç vardır.

Gıda arzının istikrarı sadece iklim değişikliğinden değil aynı zamanda gıda dağıtımı ve ulaşım gibi diğer faktörlerden de etkilenmektedir. İklim değişikliğinin etkisi ile artan afetlerin sıklığı ve yoğunluğu neticesinde (örn.; uçakların havalanamaması, gemilerin yol alamaması) gıda ticaretinin engellendiği ve gıda arzının istikrarının etkilediği sıklıkla bildirilmiştir.

Gıda arzındaki istikrarsızlık, çoğunlukla stoklama uygulamayan az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hissedilmektedir. Bu ülkeler, genellikle, doğal afetlerin etkilerine dayanabilecek altyapılardan, finansal kaynaklardan ve gıdaların uzun süre saklanmasına izin veren depolama koşullarından yoksundurlar. Bununla birlikte, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, suların asitlenmesi ve toprağın tuzlanması gibi krizleri hafifletmeye, vatandaşları için sürekli gıda üretimi ve tedarikini sağlama yardımı olacak parasal fonlardan ve teknolojik gelişmelerden de yoksundur.

Bu nedenle, gıda güvencesinin bileşenlerine (gıda mevcudiyeti, ekonomik ve fiziksel erişim, gıda kullanımı ve istikrarı) dayanarak, iklim değişikliğinin gıda güvencesi üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı bir etkisi olduğu açıktır. İnsanların aktif ve sağlıklı bir yaşam için beslenme ihtiyaçlarını ve gıda tercihlerini karşılamak için besleyici gıdalara ulaşamaması, gıda güvencesinin tanımına aykırıdır.

İklim değişikliğinin gıda üretimi üzerindeki etkilerini inceleme adına yapılan çok sayıda araştırma, birçok devletin veya çiftçinin, iklim değişikliğinin verim üzerindeki etkilerini azaltmak için çeşitli uyum yöntemlerini tarımsal uygulamalarına dahil etmesine yol açmıştır. Atmosfere salınan metan gazının yaklaşık %10'undan pirinç üreticiliği sorumlu olmasına rağmen, birçok araştırmacı, gıda üretim sistemleri ile iklim değişikliği arasında bir bağlantı olmadığını ileri sürmektedir (Singh 2014).

Gıda güvencesinin bileşenleri yerine gıda üretim sistemleri üzerinde durmak ve bu konuda çalışmaları arttırmak oldukça önem arz etmektedir. Çünkü gıda üretim sistemleri olmadan, tüm insanların her zaman yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziksel, sosyal ve ekonomik erişimini sağlayacak gıda üretimi olmayacağından gıda güvencesi kavramında bahsetmek mümkün olmamaktadır (FAO 2001).

SONUÇ

Gıda güvencesi, gıda üretimi ve iklim değişikliği birbiriyle bağlantılı ve iç içedir. Bir faktördeki değişikliklerin diğer faktörler üzerinde olumsuz etkileri olacaktır. Örneğin, gıda üretiminde artışa yol açacak üretim sistemlerinin desteklenmesi için ormanların yok edilerek tarım arazilerinin oluşturulması gibi faktörlerin, iklim değişikliğinin daha da kötüleşmesine yol açılacağı gayet açıktır. Ayrıca kullanılan enerji (fosil yakıtların yakılması) ve üretim süreçlerinde açığa çıkan kirleticiler de iklim değişikliği sorununu daha da derinleşmesine neden olmaktadır. Üç sistem karmaşık bir şekilde birbirine bağlıdır ve bu nedenle herhangi bir sistemdeki değişiklikler diğer iki sistem üzerinde domino etkisi oluşturacaktır.

Yapılması gereken ilk şey, sistemlerin birinde önemli değişiklikleri başlatmaktır. Muhtemelen tüm sistemleri aynı anda değiştirmemek en iyisi olacaktır. Çünkü böyle bir değişiklik her sistemdeki sorunları daha da kötüleştirerek derinleşmesine ve dolayısıyla dünyanın kaosa sürüklenmesine neden olacaktır. Küresel karbon ayak izini artıran ve iklim değişikliğini şiddetlendiren gıda üretim sistemlerinin etkileri sorununu çözmek, diğer iki sistemden daha kolay olabilir. Bunun nedeni, gıda üretim sistemlerinin insanlar tarafından yönetilmesi ve kontrol edilmesidir. Daha çevre dostu üretim süreçlerini benimsemek için üretim

sistemlerini değiştirmek, sadece ekonomik çıkarları değil aynı zamanda siyasi çıkarları da içeren iklim değişikliğinin gıda güvencesi üzerindeki etkilerini ele almaktan daha kolaydır.

2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyar olacağı tahmin edilmektedir. O nedenle mevcut ve gelecekte açığa çıkacak olan gıda üretim sistemlerinin çevre dostu sistemler olmaları hayati önem taşımaktadır. Gıda üretim sistemlerindeki böyle bir yaklaşım, geometrik nüfus artışı karşısında aritmetik büyüme gösteren gıda üretiminin, gıda güvencesizliğine yol açmasının önüne geçebilir. Çevre dostu gıda üretim sistemlerinin daha geniş çapta benimsenmesi, mevcut ve gelecek nesiller için sürdürülebilir kalkınma ve ilerlemeye, ayrıca hem gıda güvencesi hem de iklim değişikliğinin daha iyi yönetimini sağlama şansını artıracaktır. İklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ile doğal afetler, mahsulün bozulması, su yaşamının düzenlenmesi, çiftlik hayvanlarının ölüm olasılığını azaltılması vb. sorunlar azaltılabilir. Böylece gıda güvencesi sorunu iyileştirilerek ortadan kaldırılabilir.

KAYNAKÇA

- Baudron, Alan R., Coby L. Needle, Adriaan D. Rijnsdorp, and C. Tara Marshall. 2014. "Warming Temperatures and Smaller Body Sizes: Synchronous Changes in Growth of North Sea Fishes." *Global Change Biology* 20(4):1023–31.
- El Bilali, Hamid. 2019. "Research on Agro-Food Sustainability Transitions: Where Are Food Security and Nutrition?" *Food Security* 11(3):559–77.
- Burke, M., and D. Lobell. 2010. "Climate Effects on Food Security: An Overview." Pp. 13–30 in *Climate Change and Food Security: Adopting Agriculture to a Warmer World*, edited by D. Lobell and M. Burke. Rotterdam, The Netherlands.: Springer.
- Čadro, Sabrija, Mirza Uzunović, Salwa Cherni-čadro, and Jasminka Žurovec. 2019. "Changes in the Water Balance of Bosnia and Herzegovina as a Result of Climate Change." *Agriculture and Forestry* 65(3):19–33.
- Capone, Roberto, Hamid El Bilali, and Francesco Bottalico. 2016. "Relations Between Food and Nutrition Security, Diets and Food Systems." *Agriculture and Forestry* 62(1):49–58.
- Cheung, William W. L., Richard D. Brodeur, Thomas A. Okey, and Daniel Pauly. 2015. "Projecting Future Changes in Distributions of Pelagic Fish Species of Northeast Pacific Shelf Seas." *Progress in Oceanography* 130:19–31.
- Committee on World Food Security. 2012. *Coming to Terms with Terminology: Food Security, Nutrition Security, Food Security and Nutrition, Food and Nutrition Security*. Rome.
- Ericksen, Polly J. 2008. "Conceptualizing Food Systems for Global Environmental Change Research." *Global Environmental Change*.
- FAO. 2001. "The State of Food Insecurity in the World 2001." Retrieved December 11, 2021 (<https://www.fao.org/3/y1500e/y1500e00.htm>).
- FAO. 2015. *The Impact of Natural Hazards and Disasters on Agriculture and Food Security and Nutrition a Call for Action to Build Resilient Livelihoods*.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO. 2019. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019 - Safeguarding against Economic Slowdowns and Downturns*. Rome.
- Farmer-Bowers, Q. 2013. "Framing the Research Needs for Food Security in Australia." Pp. 219–34 in *Food Security in Australia: Challenges and Prospects for the Future.*, edited by Q. Farmer-Bowers, V. Higgins, and J. Millar. New York, NY, USA: Springer.
- Feuchtmayr, Heidrun, Rebecca Moran, Keith Hatton, Les Connor, Tom Heyes, Brian Moss, Ian Harvey, and David Atkinson. 2009. "Global Warming and

- Eutrophication: Effects on Water Chemistry and Autotrophic Communities in Experimental Hypertrophic Shallow Lake Mesocosms.” *Journal of Applied Ecology* 46(3):713–23.
- Gould, Kenneth Alan., and Tammy L. Lewis. 2009. *Twenty Lessons in Environmental Sociology*. Oxford University Press.
- Gschwendtner, Silvia, Javier Tejedor, Carolin Bimueller, Michael Dannenmann, Ingrid Kögel Knabner, and Michael Schlöter. 2014. “Climate Change Induces Shifts in Abundance and Activity Pattern of Bacteria and Archaea Catalyzing Major Transformation Steps in Nitrogen Turnover in a Soil from a Mid-European Beech Forest.” *PLoS ONE* 9(12).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2012. *Sustainable Development and Mitigation*. In *Climate Change 2007*. Cambridge.
- Islam, Md Saidul. 2013. *Development, Power, and the Environment: Neoliberal Paradox in the Age of Vulnerability*. Taylor and Francis.
- Islam, Md Saidul, and Andrea Ting Wong. 2017. “Climate Change and Food In/Security: A Critical Nexus.” *Environments* 2017, Vol. 4, Page 38 4(2):38.
- Kang, Yinhong, Shahbaz Khan, and Xiaoyi Ma. 2009. “Climate Change Impacts on Crop Yield, Crop Water Productivity and Food Security – A Review.” *Progress in Natural Science* 19(12):1665–74.
- Keating, A. 2013. “Food Security in Australia: The Logistics of Vulnerability.” Pp. 21–34 in *Food Security in Australia: Challenges and Prospects for the Future.*, edited by Q. Farmar-Bowers, V. Higgins, and J. Millar. New York, NY, USA,; Springer.
- Kibria, Golam. 2014. “Sea-Level Rise and Its Impact on Wetlands, Water, Agriculture, Fisheries, Aquaculture, Public Health, Displacement, Infrastructure and Adaptation.” *Project: Pollution and Climate Change Impacts*. Retrieved December 11, 2021 (https://www.researchgate.net/publication/266794121_Sea-level_rise_and_its_impact_on_wetlands_water_agriculture_fisheries_aquaculture_public_health_displacement_infrastructure_and_adaptation).
- Lal, Rattan. 2013. “Food Security in a Changing Climate.” *Ecohydrology and Hydrobiology* 13(1):8–21.
- Mahapatra, Samarendra. 2015. “Impact of Climate Change on Indian Agriculture.” Pp. 213–28 in *Climate Change Effect on Crop Productivity*, edited by R. S. Sengar and K. Sengar. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Porter, J. R., Xie L, Andrew J. Challinor, K. Cochrane, Howden SM, M. M. Iqbal, David B. Lobell, and Maria Travasso. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Food Security and Food Production Systems*; Cambridge, UK; New York, NY, USA,; Cambridge University Press.
- Santra, S. C., A. Mallick, and A. C. Samal. 2014. “Global Warming Impact on Crop Productivity.” Pp. 357–84 in *In Climate Change Effect on Crop. Pro-*

- ductivity.*, edited by R. S. Sengar and K. Sengar. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Shaid, Shabbir A., and Mushtaque Ahmed. 2014. *Environmental Cost and Face of Agriculture in the Gulf Cooperation Council Countries*. Berlin, Germany: Springer.
- Shwartz, Mark. 2012. "Climate Change Surprise: High Carbon Dioxide Levels Can Retard Plant Growth, Study Reveals : 12/02." Retrieved December 11, 2021 (<https://news.stanford.edu/pr/02/jasperplots124.html>).
- Šimunić, Ivan, Tanja Likso, Otilija Miseckaite, Palma Orlović-Leko, Irena Ciglenečki, and Velibor Spalević. 2019. "Climate Changes and Soil Water Regime." *Agriculture and Forestry* 65(3):5–18.
- Singh, D. P. 2014. "Global Warming Impact on Rice Crop Productivity." Pp. 187–96 in *Climate Change Effect on Crop Productivity.*, edited by R. S. Sengar and K. Sengar. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- St.Clair, Samuel B., and Jonathan P. Lynch. 2010. "The Opening of Pandora's Box: Climate Change Impacts on Soil Fertility and Crop Nutrition in Developing Countries." *Plant and Soil* 335(1):101–15.
- Steffen, Will, Katherine Richardson, Johan Rockström, Sarah E. Cornell, Ingo Fetzer, Elena M. Bennett, Reinette Biggs, Stephen R. Carpenter, Wim De Vries, Cynthia A. De Wit, Carl Folke, Dieter Gerten, Jens Heinke, Georgina M. Mace, Linn M. Persson, Veerabhadran Ramanathan, Belinda Reyers, and Sverker Sörlin. 2015. "Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet." *Science* 347(6223).
- Taub, Daniel R. 2010. "Effects of Rising Atmospheric Concentrations of Carbon Dioxide on Plants | Learn Science at Scitable." 3–21. Retrieved December 11, 2021 (<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/effects-of-rising-atmospheric-concentrations-of-carbon-13254108/>).
- Thomas, Vinod, and Ramón López. 2015. "Global Increase in Climate-Related Disasters." *ADB Economics Working Paper Series* 466.
- Úbeda, Bárbara, Adrian S. Di Giacomo, Juan José Neiff, Steven A. Loiselle, Alicia S. Guadalupe Poi, José Ángel Gálvez, Silvina Casco, and Andrés Cózar. 2013. "Potential Effects of Climate Change on the Water Level, Flora and Macro-Fauna of a Large Neotropical Wetland." *PLOS ONE* 8(7):e67787.
- UNDESA. n.d. "International Decade for Action 'Water for Life' 2005-2015. Focus Areas: Water Scarcity."
- United Nations. 2015a. *The Millennium Development Goals Report 2015*. New York.
- United Nations. 2015b. *Transformin Our World. The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015*. New York.