

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisinde

Güncel Uygulamalar II

Editör
Burak Kerem APAYDIN

LIVRE DE LYON
2025

Sağlık Bilimleri

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİNDE GÜNCEL UYGULAMALAR II

Editör
Burak Kerem APAYDIN

LIVRE DE LYON
Lyon 2025

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİNDE GÜNCEL UYGULAMALAR II

Editör
Burak Kerem APAYDIN

LIVRE DE LYON
Lyon 2025

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisinde Güncel Uygulamalar II

Editor • Doç. Dr. Burak Kerem APAYDIN • Orcid: 0000-0003-2621-4704

Cover Design • Oğuzhan Korkut
Book Layout • Motion Graphics
First Published • July 2025, Lyon

e-ISBN: 978-2-38236-863-3
DOI: 10.5281/zenodo.15845688

copyright © 2025 by Livre de Lyon

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission from the Publisher. The author or authors of the relevant section are responsible for any copyright infringement that may occur due to the images and graphics used in the book. The editor or publisher does not assume responsibility in this regard.



Publisher • Livre de Lyon
Address • 37 rue marietton, 69009, Lyon France
website • http://www.livredelyon.com
e-mail • livredelyon@gmail.com



ÖNSÖZ

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, diş hekimliğinde tanı ve tedavi planlamasında ilk adımı atan vazgeçilmez bir bilim alanıdır. Kapsamlı bir klinik muayene ve gelişen radyolojik teknolojiyle birlikte, hastalıkların erken tanısı ve buna bağlı tedavi başarısı önemli ölçüde artmıştır. Bu kitap, hem temel bilgileri hem de güncel yaklaşımları kapsayarak öğrenciler, uzmanlar ve akademisyenler için yol gösterici bir kaynak olmayı hedeflemektedir.

Hazırlık sürecinde bilimsel doğruluk ve klinik uygulama uyumu ön planda tutulmuş, konular yalın bir dille ve görsel destekle sunulmuştur. Emeği geçen tüm yazarlarımıza, katkı sağlayan akademik camiaya ve bu alana ilgi duyan tüm okurlara teşekkür ederiz.

Bilgiyle aydınlanan bir meslek hayatı dileğiyle...

Doç. Dr. B. Kerem APAYDIN

İÇİNDEKİLER

	ÖNSÖZ	I
BÖLÜM I.	DİL HASTALIKLARI ***Ahmet TÜRK & Gözde AÇIKGÖZ***	1
BÖLÜM II.	ÇENE KEMİKLERİNDEKİ FİBRO-OSSEÖZ LEZYONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: RADYOLOJİK GÖSTERGELER REHBERLİĞİNDE TANI SÜRECİ ***Ceyda GÜRHAN***	19
BÖLÜM III.	BAŞ VE BOYUN RADYOTERAPİSİ ALAN HASTALARDA GÜNCEL DENTAL YAKLAŞIM ***Gamze ŞİRİN SARIBAL***	29
BÖLÜM IV.	RADYASYON GÜVENLİĞİ VE DİŞ HEKİMLİĞİ ***Gülfem ÖZLÜ UÇAN***	49
BÖLÜM V.	EKSTRAORAL GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ ***Helin KAYACAN ÜNEL & Yunus Yiğit SAKA & Tansu ÇİMEN***	63
BÖLÜM VI.	ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI ***Huriye GÜN GÜLER & Esin BOZDEMİR***	71
BÖLÜM VII.	KAN HASTALIKLARINA DİŞ HEKİMLİĞİ YAKLAŞIMI ***Mehmet Feryüz ÖKSÜZ &Muhammed Enes NARALAN***	91
BÖLÜM VIII.	DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI ***Ozan UYSAL & Hayati Murat AKGÜL***	111
BÖLÜM IX.	MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMENİN DİŞ HEKİMLİĞİNDEKİ KULLANIMI ***Semih TANRIVERDİ***	127
BÖLÜM X.	TEMPOROMANDİBULAR EKLEM (TME) GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ ***Şebnem KUNDAKÇI & Yunus Yiğit SAKA & Tansu ÇİMEN***	143

BÖLÜM I

DİL HASTALIKLARI

Tongue Diseases

Ahmet TÜRK[1] & Gözde AÇIKGÖZ[2]

[1](Arş. Gör. Dt.), Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Denizli
E-mail: dt.ahmetturk99@gmail.com
ORCID: 0009-0000-8901-5484

[2](Dr. Öğr.Üyesi), Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Denizli
E-mail: gozderindag@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0147-1798

1. Giriş

Dil; kök, gövde, apeks, sırt ve ventral yüz olmak üzere beş anatomik bölümden oluşan karmaşık ve çok yönlü bir organ olmakla beraber; tat algısı, konuşma, çiğneme ve yutma gibi bir dizi fonksiyonu yerine getirmektedir. Başlıca iskelet kaslarından oluşmaktadır ve genel olarak intrinsik kaslar dilin şeklini değiştirirken, ekstrinsik kaslar dili farklı yönlere hareket ettirmektedir.(1)

Dil, bir dizi duyusal papillaya sahiptir. Bu papillalar dört farklı tiptir: filiform, fungiform, foliat ve sirkumvallat. Papillalar hem tat algısı hem de mekanik fonksiyonlarda yer almaktadır. Filiform papillalar en fazla sayıda olup, keratohyalin granüllerinin varlığı ile ayırt edilmektedir. Ayrıca filiform papillalar duyusal liflerden yoksundur ve diğer papillaların aksine gerçek tat tomurcuğu değildir. Fungiform papillalar mantar şeklinde olup, dilin uç kısmında bulunmaktadır. Sirkumvallat papillalar yuvarlak şekildedir ve dilin arka kısmında yer almaktadır. Foliat papillalar ise dilin arka yan taraflarında bulunmaktadır.(1,2)

Dilin arka sırtı ve arka yan yüzlerinde tonsiller bulunmaktadır. Bunlara lingual tonsil denilmektedir. Dilde tükürük bezleri de bulunmaktadır. Bunlardan anterior ventral yerleşimli olanlara "Blandin-Nuhn Bezleri"; posterior dorsal yerleşimli olanlara ise "Von Ebner Bezleri" denilmektedir. Bu bezler genellikle kaslarla çevrilidir. Ayrıca dili lingual arter beslemekte olup, dilin ventral yüzeyinde uzun ve kıvrımlı sublingual damarlar izlenmektedir.(2)

Ağız boşluğu ve dil; tümörler, reaktif süreçler ve enfeksiyonlar için alanlar olup, sistemik hastalıkların habercisi olabilmektedir. Ankiloglossi, yanan ağız sendromu, kıllı dil, coğrafik dil ve fissürlü dil gibi birçok rahatsızlığın erken tespiti ve gerekli tedavilerin önerilmesi diş hekimliğinde önemli bir husustur.

2. Ankiloglossi

Ankiloglossi (dil bağı), kısa ve kalın lingual frenulum sebebiyle dilin hareketlerinin kısıtlanmasıyla karakterize gelişimsel bir dil anomalisidir.(3) Ankiloglossi, anterior ve posterior ankiloglossi olarak alt gruplara ayrılmaktadır. Anterior ankiloglossi, dil frenulumunun dilin ucuna tamamen uzandığı ve dilin önemli ölçüde bağlı kalmasına neden olduğu bir durum olarak tanımlanmaktadır. Posterior ankiloglossi tartışmalı olmakla beraber genellikle lingual frenulumun palpasyonu ile teşhis edilen dilin orta kısmında kısıtlanma olarak tanımlanmaktadır.(4)

Görülme sıklığı birçok çalışmada değişkenlik göstermekle birlikte, genel popülasyonda %4 ile %10,7 arasında bildirilmektedir.(5) Yenidoğanlarda ise bu oran %1,7 ila %10,7 arasında rapor edilmiştir. Ayrıca, yenidoğan erkeklerde bu durumun daha sık görüldüğü belirtilmektedir.(3)

Ankiloglossi; bebeklerde dilini dışarıya çıkaramama, dilin kalp şeklinde olması, beslenme güçlüğü, konuşma bozuklukları, anne sütünü emerken meme başını tam olarak kavrayamama, meme başında çatlak ve ağrı gibi çeşitli yakınmalara yol açabilmektedir.(5) Hafif ankiloglossiler erişkinler tarafından tolere edilebilmektedir ancak dilin ağız tabanıyla tamamen bütünleştiği ciddi ankiloglossiler de mevcuttur. Bu tür vakalar için tedavi önerilmektedir. Bazı araştırmalar ankiloglossinin yutma paternini değiştirdiğini ve buna bağlı olarak ön açık kapanışa sebep olabileceğini belirtmektedir.(3)

Ankiloglossi tedavisi; gözlem, emzirme danışmanlığı, konuşma terapisi veya cerrahi tedavi içermektedir.(4) Bebeklerde dil bağı tedavisinde kullanılan frenotomi ve freniloplasti başlıca iki tedavi yöntemidir.(5) Frenotomi veya freniloplasti genellikle lingual frenulumun kısıtlayıcı dokusunun basit bir şekilde serbest bırakılması için keskin diseksiyon, elektrokoter veya lazerle yapılan işlemdir.(4)

3. Bifid Dil

Dil, intrauterin hayatın dördüncü haftasında gelişmekte ve farenksin tabanında yer alan median bir şişlik olan tuberkulum impar ile bu merkezi yapıya katılan iki lateral lingual şişlikten köken almaktadır. Bu lateral lingual yapılar hızla büyüyüp tuberkulum imparı kaplayarak dilin ön üçte birini oluşturmaktadır. Bu süreç bozulduğunda dilin ucu belirli bir mesafeye kadar boyuna bölünmekte ve bifid dil oluşmaktadır.(6)

Bifid dil, genellikle farklı orofasiyal bozukluklarla ilişkilidir ve çoğunlukla çeşitli sendromlarla bağlantılıdır.(7) Opitz-G BBB Sendromu, Oro-Fasiyal-Dijital sendrom Tip I, Klippel–Feil Anomalisi ve Larsen Sendromu gibi sendromik vakalarda bifid dil bildirilmiştir.(6)

Cerrahi yaklaşım, altın standart tedavi yöntemidir.(7)

4. Coğrafik Dil (Benign Migratuar Glositis, Migratory Glositis, Eritema Migrans, Map Tongue)

İlk olarak 1831›de Reiter tarafından tarif edilen coğrafik dil; immünolojik kökenli, etiyolojisi bilinmeyen, kronik, inflamatuar oral bir lezyondur.(8) Filiform papillanın atrofiye uğrayarak oluşturduğu multifokal eritematöz lezyonlar ile karakterizedir. Bu lezyonlar filiform papillanın hiperplazisiyle çevrelenen hafif yükselmiş beyaz veya sarımsı bir sınırla çevrilidir ve harita benzeri bir görünüm oluşturmaktadır. Lezyonlar desen ve yerleşim açısından değişken olup buna bağlı olarak "göçmen glossit" olarak bilinmektedir.(9)

Klinik olarak, dil dorsumunun anterior üçte ikilik bölümünde, çok sayıda, iyi sınırlı eritematöz alanların varlığı ile karakterizedir. Bu eritematöz bölgeler, filiform papillaların atrofisi sonucu oluşur ve lezyonların çevresinde, yüzeyden hafifçe kabarık, sarımsı-beyaz renkte kıvrımlı bir sınır gözlenir. Coğrafi dil tanısı alan hastalar, lezyonların bir bölgede ortaya çıktıktan sonra birkaç gün veya hafta içerisinde kaybolduğunu ve ardından dilin farklı bir bölgesinde yeniden oluştuğunu ifade etmektedirler.(3)

Prevalansı %0,28 ile %14,4 arasında değişmektedir. Bu durum, çocuklarda daha yaygın olup, yaş ilerledikçe sıklığı azalmaktadır. Ayrıca, kadınlar erkeklere kıyasla daha yüksek oranda etkilenmektedir.(9)

Coğrafik dil için risk faktörleri arasında immünolojik, genetik, alerjik ve psikolojik faktörler yer almaktadır. Ayrıca psoriazis (sedef hastalığı), fissürlü dil, yanan ağız sendromu, diyabet ve Down sendromu gibi diğer hastalıklarla birlikte görülebilmektedir.(9)

Lezyonlar çoğu zaman asemptomatik olmasına rağmen bazı hastalar özellikle baharatlı ve asidik diyetle ağrı-yanma şikâyetiyle kliniğe başvurabilir.(8) Ağrılı dönemlerde anestezik içeren ağız gargaraları önerilebilir. Topikal steroidler (jel), antihistaminikler ve çinko takviyelerinin semptomların hafifletilmesine yardımcı olduğu bildirilmiştir.(7)

5. Yanan Ağız Sendromu (Glossodynia, Glossalgia, Stomatodynia, Glossopyrosis, Burning Mouth Sendrom)

Yanan ağız sendromu nedeni belirlenemeyen bir kronik ağrı hastalığıdır ve ağız boşluğunda yanma hissi ile karakterizedir. Ağrı genellikle sürekli olup şiddeti, orta ile şiddetli arasında değişmektedir. Yanma hissiyle birlikte ağız kuruluğu, tükürük fonksiyonunun bozulması ve tat bozuklukları da görülebilmektedir.(10)

En yaygın olarak orta yaşlı ve yaşlı kadınlarda görülür. Genel popülasyondaki prevalans oranları %0,5 ile %5 arasında değişmektedir ve başlangıcından itibaren 5 yıl içinde tamamen spontan iyileşme oranı yalnızca %3'tür.(11)

Geçmiş değerlendirmeler ve son zamanlarda yapılan artan sayıda nörofizyolojik çalışma yanan ağız sendromunun periferik ve/veya merkezi sinir sistemi ile ilgili nöropatolojik mekanizmaları içeren bir ağrı durumu olduğunu göstermektedir.(11)

6. Fissürlü Dil

Fissürlü dil, dilin merkezi ve yan kısımlarında artmış sayıda çatlak ve oluğa sahip olmasıyla karakterizedir.(2) İnsidansı %0,6-%29,2 arasında değişir ve görülme sıklığı yaşla birlikte artar.(9) Daha şiddetli çatlamalar genellikle "lingua plikata" olarak adlandırılır. Bu durum idiyopatik olup daha çok yaşlı bireylerde görülür ve bir reaktif süreç olduğu düşünülmektedir.(2)

Fissürlü dil, coğrafik dilli ve psoriazisli bireylerde daha yaygındır. Psoriazisli hastaların üçte birine kadar olan kısmında görülen en yaygın dil bulgusudur. Diğer ilişkili durumlar arasında Down sendromu, Melkersson-Rosenthal sendromu, pernisiyöz anemi, makroglossi, konjenital pakionişi ve Cowden sendromu yer almaktadır.(2)

Fissürlü dil için etkili bir tedavi yoktur. İyi bir ağız hijyeni önerilmektedir. Çatlakların derinlerine fırçalama yaparak kalıntıları temizlemek, mikrobiyal yükü azaltmak ve halitozisi (ağız kokusu) hafifletmek için faydalıdır.(2)

7. Kıllı Dil (Hairy Tongue, Furred Tongue, Coated Tongue, Lingua Villosa Nigra)

Kıllı dil, aynı zamanda "kaplı dil" olarak da bilinmektedir. Dilin sırt kısmının üst yüzeyinde filiform papillaların hiperkeratozunun bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Normal papillalar 1 mm uzunluğundadır ancak kıllı dilde papillalar normalin 10 ila 20 katı kadar uzamaktadır.(2) Kıllı dilin bir varyantı olan siyah kıllı dil, bakterilerin filiform papillalar içinde hapsolması ve sonrasında porfirin adı verilen bileşikleri üretmesiyle ortaya çıkmaktadır.(1) Kandida gibi diğer mikroorganizmaların varlığı bu durumu daha da kötüleştirebilmektedir. Katı yiyecekler dili doğal olarak temizlerken, tahriş ediciler dilde hiperplaziye neden olmaktadır.(2)

Etiyopatogenezi net olarak açıklanamasa da özellikle sigaranın önemli etkenlerden biri olduğu bilinmektedir ve kötü ağız hijyeni, alkol kullanımı, Epstein-Barr Virüsü (EBV) ve bazı psikotrop ilaçlar (fluoksetin, klonazepam vb.) etyolojide yer almaktadır. Ek olarak mekanik iritasyon, azalan tükürük salgısı, radyasyon, ağız hijyeninde sodyum peroksit gibi oksidan ajanların kullanımı, tetrasiklin, eritromisin, doksisiklin, neomisin ve kortikosteroid gibi ilaçların kullanımı sonrasında da kıllı dil vakaları görülmektedir.(12)

Kıllı dil semptomları; dilin yüzeyinde kahverengi, siyah veya sarımsı tüy benzeri büyümelerin bulunması, ağız kokusu, tat bozukluğu ve bazı durumlarda rahatsızlık veya kaşıntıyı içermektedir.(1) Genellikle asemptomatiktir ve kendiliğinden iyileşmektedir. Görünüşünün hoş olmaması nedeniyle hastalar genellikle tedavi arayışına girmektedirler. Birinci basamak tedavi risk faktörlerini azaltmaya ve dilin basit bir diş macunu ile düzenli fırçalanması veya %1,5 hidrojen peroksit (günde 5–10 fırçalama) kullanılarak ağız hijyenini iyileştirmeye yöneliktir. İkinci basamak tedaviler arasında topikal retinoidler, antifungaller ve keratolitikler bulunmaktadır.(2)

8. Median Rhomboid Glossit

Median rhomboid glossit, kandida nedeniyle oluştuğu düşünülen bir durumdur ve pürüzsüz, lobülü bir yüzey ile papilla kaybı ile kendini gösterir. Genellikle dilin sırt kısmının ortasında gözlemlenir.(1)

Etiyopatogenezi bilinmemekle birlikte anatomik yüzey varyasyonları veya travma gibi bazı yerel değişkenlerin kandidal hiflerin çoğalmasını kolaylaştırabileceği ve bunun sonucunda median rhomboid glossit gelişiminin ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Çeşitli çalışmalar; diyabet mellitus, protez

kullanımı ve sigara içme gibi bazı risk faktörlerini median rhomboid glossit ile ilişkilendirmiştir.(13)

Çoğu vaka asemptomatiktir ancak bazı hastalar kalıcı kaşıntı, ağrı ve tahriş bildirmektedir.(1)

9. Makroglossi

Makroglossi, dilin büyümesiyle karakterize yaygın olmayan bir dil anomalisidir.(3) Bu durum gerçek ve relatif makroglossi olarak daha da ayrılmaktadır. Gerçek makroglossi, dil kaslarının aşırı büyümesi, bez hiperplazisi, doku infiltrasyonu, enfeksiyon veya iltihaplanma etiyolojileri nedeniyle dilin büyümesiyle ortaya çıkmaktadır. Relatif makroglosside ise dil büyümemiştir ancak ağız içindeki diğer yapılarla karşılaştırıldığında daha büyük görünmektedir.(4)

Makroglossi, doğuştan (konjenital) ve edinilmiş olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Doğuştan kaynaklanan etiyolojik faktörler genetik hastalıklar ve fetal gelişim sırasında meydana gelen anormallikler ile ilişkilidir.(4) Konjenital makroglossinin en sık görülen nedenleri arasında damarsal malformasyonlar, hemanjiyomlar, lenfanjiyomlar, Beckwith-Wiedemann sendromu, nörofibromatozis ve Down sendromu bulunmaktadır.(3) Beckwith-Wiedemann sendromu, çocuklukta makroglossinin en yaygın nedenidir.(4) Edinilmiş makroglossi nedenleri genellikle metabolik veya endokrin bozukluklar, kronik enfeksiyonlar, iltihabi hastalıklar ve maligniteye bağlı olmaktadır.(4) Makroglossiye neden olan edinilmiş hastalıklar; amiloidoz, miksödem, akromegali, anjiyoödem ve myastenia gravis gibi durumlar olabilir.(3)

Makroglossi; uyku apnesi, salya akması, solunum problemleri, telaffuz ve yutma zorlukları gibi ciddi sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca uzun vadede makroglossi mukozal değişikliklere, kapanış bozukluklarına, artan üst solunum yolu enfeksiyonlarına ve gelişimsel bozukluklara neden olmaktadır.(1) Yenidoğanlarda makroglossi, gürültülü nefes alma, tükürük artışı ve beslenme güçlükleri gibi semptomlarla kendini gösterir. Dilin mandibulaya uyguladığı baskı nedeniyle dilin lateral yüzeylerinde çentikler oluşabilmektedir. Ayrıca anterior açık kapanış ve mandibular prognati gibi çene anomalileri de gelişebilir.(3)

Makroglossinin tedavisinde, durumun şiddetine göre farklı yaklaşımlar uygulanmaktadır. Hafif vakalarda tedaviye gerek olmayabilir fakat ileri vakalarda cerrahi tedavi ve konuşma terapisti desteği gerekebilmektedir.(3)

10. Mikroglossi

Mikroglossi, anormal derecede küçük bir dil olarak tanımlanmaktadır. Son derece nadir görülen bir gelişimsel bozukluk olup hastanın solunum, beslenme, konuşma yeteneklerini ve diğer ağız içi yapıları etkileyebilir.(1)

Goldenhar sendromu, Moebius sendromu, Aglossi-adaktili sendromu, Hanhart sendromu, Glossopalatine ankiloz sendromu, uzuv eksikliği-splenogonadal füzyon sendromu ve Charlie M sendromu gibi çeşitli sendromlar mikroglossiyi klinik özelliklerinden biri olarak içerebilmektedir.(14)

11. Lingual Apse

Lingual apse, dil içinde enfeksiyon ve cerahat birikimi ile karakterize nadir bir durumdur. Sınırlı literatür ve klinik raporlar nedeniyle tanısal zorlukları mevcuttur.(15)

Lingual apse, anterior (dilin ön üçte ikisini etkiler) veya posterior (dilin arka üçte birini veya dilin tabanını etkiler) olabilmektedir. Anterior lingual apse genellikle ısırık travması veya nöbet sonucu meydana gelmektedir.(16) Posterior lingual apse ise daha az yaygındır, teşhisi daha zordur ve hava yolunu tıkama riski daha büyüktür. Posterior lingual apsenin altta yatan nedenleri arasında lingual bademcik iltihabı, enfekte tiroglossal kanal kisti kalıntıları, yabancı cisimlerin batması veya diş enfeksiyonlarından yayılma olabilmektedir.(16)

12. Lingual Hematom

Dil, her iki taraflı lingual arterin dallarıyla beslenen son derece damarlaşmış bir yapıdır. Lingual arterlerin dallarından meydana gelen kanamalar lingual hematomla sonuçlanabilmektedir. Bu tür durumlarda hava yolu yönetimi her zaman ilk önceliktir. Etiyolojinin ayrıntılı bir öyküsü ve kapsamlı bir klinik muayene tedavi için çok önemlidir.(17) Lingual hematomların çoğunluğu travmatik veya spontan olarak meydana gelmektedir. Spontan olanlar genellikle trombolitik ilaçlar veya diğer antikoagülanların kullanımıyla ilişkilidir.(18)

13. Lingual Tiroit

Tiroit bezi, embriyonal dönemde tiroglossal duktus yolunu izleyerek normal yerleşim yeri olan pretrakeal bölgeye doğru göç eder. Ancak bu süreçte dil kökü düzeyinde meydana gelen embriyolojik bir bozukluk sonucunda tiroit dokusunun tamamı ya da bir kısmı hatalı bir şekilde burada kalabilir. Bu anomali lingual tiroit olarak tanımlanmaktadır.(19)

Lingual tiroit, ektopik yerleşimler arasında en sık rastlanan lokalizasyon olup yapılan klinik bir çalışmada genel popülasyonda insidans 1:3000-1:4000 iken diğer bir çalışmada 1:4000-1:10.000 oranında verilmektedir. Sıklıkla kadınlarda ve genellikle 2. dekatta fark edilen bir rahatsızlıktır.(20)

Boyutu birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişebilmekle beraber kitlenin üzeri düz ya da lobule, maviden kırmızıya kadar değişen renkte, nadiren de üzerinde ülserasyon olabilmektedir. Genellikle asemptomatik olmasına rağmen disfaji, disfoni ve boğazda yabancı cisim hissi gibi semptomlara neden olabilmekte ya da lingual bir tümörü taklit edebilmektedir.(19)

Ayırıcı tanıda vasküler tümörler, telenjiektatik granülom, teratomlar, benign veya malign diğer lezyonlar göz önünde bulundurulmalıdır.(19) Ektopik tiroit dokusu tanısında dikkatli bir fiziksel muayene sonrasında ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, sintigrafi ve manyetik rezonans gibi ileri görüntüleme yöntemlerinden faydalanılmaktadır.(20)

Lingual tiroitin tedavisi halen tartışmalıdır. Disfaji ve dispne gibi komplikasyonlarla karşılaşıldığında cerrahi tedavi gereklidir.(20)

14. İnfantil Hemanjiyom

İnfantil hemanjiyom, süt çocukluğu döneminin en sık görülen benign vasküler tümörüdür. Kız cinsiyet, ikiz doğum, prematürite, düşük doğum ağırlığı ve beyaz ırkta yüksek prevalanslı olmakla birlikte tahmini %4-5'lik bir insidansa sahiptir. Vücudun bütün bölgelerinde görülebildiği bilinen infantil hemanjiyom en sık baş-boyun bölgesinde görülür.(21)

Ağız içi infantil hemanjiyomlar, ciltle karşılaştırıldığında nadirdir ancak çocukların ağız boşluğundaki en yaygın lezyonlardan biridir ve genellikle dil, yanak mukozası, dudakları etkilemektedir. Bu hemanjiyomlar sık sık travma riski, kanama olasılığı ve hava yolu tıkanıklığına yol açma ihtimali nedeniyle endişe verici olabilmektedir.(2)

İnfantil hemanjiyomların tedavisi hayati organların ve yapıların zarar görme riski ile kozmetik kaygılara bağlıdır.(2) Diğer tedavilerin komplikasyon riskleri düşünüldüğünde, ilk seçenek olarak propranololün güvenli ve etkin bir tedavi aracı olduğu güncel çalışmalarda net bir şekilde ortaya konmuştur.(21)

15. Oral Varisler

Varisler, genel anlamda genişlemiş, kıvrımlı venöz, vasküler ve lenfatik yapılardır.(22) Ağız içi varisler, yaşlılarda sık görülen gelişimsel bir anomaliyi

oluşturur. Ağız içi varislerin etiyolojisi henüz bilinmemektedir. Veriler tartışmalı olsa da yaşlılık, sigara içme ve kardiyovasküler hastalıkla bir ilişki olabileceği düşünülmektedir. Genç bireylerde görüldüğünde Fabry hastalığı ve kalıtsal hemorajik telanjiektazi düşünülmelidir.(2)

Sublingual varisler çoğunlukla dilin ventral yüzeyinde lokalize olmakla birlikte dudaklarda ve ağız tabanında da gözlemlenebilmektedir. Oldukça nadir görülen olgularda ise bu lezyonlar; yanak mukozası, dudak komissürleri, sert damak ve yumuşak damak gibi diğer oral bölgelerde de ortaya çıkabilmektedir. Klinik olarak sublingual varisler, çok boyutlu, düzensiz sınırlı, morumsu-mavi renkte, belirgin ya da vezikül benzeri yapılarda olup sıklıkla dilin ventral ya da lateral kenarlarında izlenmektedir. Lezyonlar genellikle dilin posterior kısmından başlayarak anteriora doğru bilateral bir yayılım göstermektedir. Çoğu olgu asemptomatik seyretmekte olup bu varisler genellikle rutin dental ya da tıbbi muayeneler esnasında tesadüfen saptanmaktadır.(22)

Tedavi genellikle gerekli değildir ancak kozmetik açıdan rahatsızlık veren varislerin konservatif eksizyonu genellikle etkili olmaktadır.(2)

16. Dilin Pigmente Fungiform Papillası

Dildeki pigmente olmuş fungiform papillalar (PFP) genellikle kıllı dil ile karıştırılır. PFP'nin, fungiform papillalarda pigment yüklü makrofajlar nedeniyle ikincil olarak oluştuğu düşünülmektedir. PFP'nin papilleri progresif değildir ve bebeklik döneminde ortaya çıkar. PFP, dilin uç kısmı ve yan kısımlarında monomorfik kahverengi papillerle karakterizedir. Pigmentasyon alanları iyi belirginleşmiş olup bireysel fungiform papillalarla sınırlıdır.(2)

PFP'nin ayırıcı tanısı arasında amalgam dövmesi, Peutz-Jeghers sendromu, kronik adrenal yetmezlik, nörofibromatozis tip I, melanositik nevüs, melanom ve kıllı dil yer almaktadır.(2)

Tedavi gerekli değildir. Hastanın durumu hakkında benign olduğu konusunda güvence verilmesi yeterli olmaktadır.(2)

17. Oral Kıllı Lökoplaki

Oral kıllı lökoplaki, ilk kez 1984 yılında Greenspan ve arkadaşları tarafından homoseksüel erkek bireylerde tanımlanmış olup, Epstein-Barr virüsü (EBV) etiyolojisine bağlı olarak gelişen bir oral mukozal lezyondur. Genellikle dilin lateral yüzeyinde lokalize olan bu lezyonlar klinik olarak

kazımayla uzaklaştırılamayan, beyaz renkli, asemptomatik plaklar şeklinde gözlemlenir.(23)

İnsan immün yetmezlik virüsü (HIV) pozitif bireylerde oral kıllı lökoplakinin prevalansı %53'e kadar çıkabilmekte ve bu durum hastalığın immün yetmezlik ile olan güçlü ilişkisini ortaya koymaktadır.(23) Oral lezyonlar HIV'de çok yaygındır ve immünsüpresyon derecesini göstermektedir. Kıllı lökoplaki; organ nakli, kortikosteroid kullanımı ve malignite gibi diğer bağışıklık yetersizliği durumlarında da tanımlanmıştır.(2)

Ayırıcı tanılar arasında kıllı dil, hipertrofik kandidiazis, liken planus, lökoplaki ve skuamöz hücreli karsinom yer almaktadır.(2)

Kıllı lökoplaki genellikle asemptomatiktir. Malign potansiyeli yoktur ve tedavi gerektirmez. Ancak altta yatan HIV enfeksiyonu tedavi edilmeli veya immünsüpresif durumlar düzeltilmelidir. Kıllı lökoplakinin birinci basamak topikal tedavisi arasında topikal retinoidler, podofillin ve asiklovir bulunmaktadır.(2)

18. Herpes Simpleks Virüs Enfeksiyonu

Herpes simpleks virüsü (HSV) enfeksiyonları, insan herpes virüsü 1 (HHV-1) veya HHV-2'ye bağlı olarak herhangi bir mukozal yüzeyde görülebilir ve en sık dudaklar ve diş etlerinde görülmektedir. İntraoral HSV enfeksiyonlarının üç ana formu; akut herpetik gingivostomatit, tekrarlayan intraoral herpetik stomatit ve herpetik geometrik glosittir.(2)

Herpetik geometrik glossit, 1993'te tanımlanan, tekrarlayan HSV enfeksiyonunun nadir görülen bir formudur ve genellikle bağışıklığı baskılanmış bireylerde dilin dorsal yüzeyinde lineer, simetrik çizgiler ve yarıklarla tanımlanmaktadır. Bu durum aşırı hassasiyet ve ağrı ile karakterizedir.(24,25) Sistemik antiviral ilaçlarla tedavi esastır.(2)

19. Herpes Zoster Virüs Enfeksiyonu

Varicella-zoster virüsü (HHV-3), iki farklı klinik tabloya yol açabilir: su çiçeği (varicella) ve zona (varicella-zoster). Su çiçeği, çocukluk çağında görülür ve etkilenen bireylerde zona için yaşam boyu %30'luk bir risk vardır.(26)

Zona, tek bir duysal sinir ganglionunun anatomik dağılımını takip eden lokalize ve tek taraflı bir döküntü ile karakterizedir. Zona, ağızda nadiren görülse de trigeminal sinirin mandibular (V3) dalının etkilenmesi; dil, ağız tabanı, mandibular diş etleri ve bukkal mukozada vezikül ve ülserasyona yol açabilmektedir. Ağız içi veziküller genellikle yüzle ilgili bulgularla birlikte

görülmektedir. Hastalar odontalji (dişlerde şiddetli kronik ağrı), disgeuzia (tat alma bozukluğu) ve aguzia (tat kaybı) bildirebilmektedir.(2)

Ağız yoluyla alınan antiviraller tedavi standardı olarak kabul edilmektedir. İlk 72 saat içinde müdahale etmek hastalığın şiddetini azaltmakadır.(2)

20. Human Papilloma Virüs Enfeksiyonu

Human papilloma virüsü (HPV), cilt ve mukozal bölgelerde meydana gelen çok sayıda epitel hastalığından sorumludur. En yaygın olarak HPV, deride siğillere neden olmaktadır.(27)

Oral siğiller, cilt hastalığına kıyasla nadirdir. Dört ana düşük riskli oral HPV hastalığı; oral verruka vulgaris, kondiloma aküminata, skuamöz papilloma ve fokal epitel hiperplazisidir.(27) Siğilli papüller en yaygın olarak dudaklarda, dilde ve diş etlerinde görülmektedir. Klinik olarak oral siğiller eksofitik, sessil veya pedinküllü (saplı) lezyonlarla karakterizedir. Kriyocerrahi, elektro cerrahi ve karbondioksit lazerlerle tedavi seçenekleri bulunmaktadır. Tedaviye dirençli veya atipik lezyonlar için cerrahi eksizyon tercih edilmektedir.(2)

Kondiloma aküminata, HPV tip 6 ve 11 gibi yüksek riskli suşlar tarafından oluşturulabilmektedir. Genellikle genç yetişkinlerin genital bölgesinde bulunurlar ancak oral lezyonlar özellikle oral seks yapan bireylerde dudaklar ve dilde görülmektedirler. Klinik olarak bu lezyonlar diğer HPV siğillerinden ayırt edilememektedirler. Oral siğil ile benzer tedavi yöntemleri uygulanabilmektedir.(2)

21. Lökoplaki

Lökoplaki, ağızda en yaygın olarak görülen kronik hastalıktır ve tüm keratotik lezyonların %85'ini oluşturmaktadır.(28) Klinik olarak beyaz plakların varlığına rağmen, tanısal olarak başka bir hastalığa atfedilemeyen lezyonlar için sıklıkla histopatolojik inceleme yapılana dek "lökoplaki" terimi kullanılmaktadır.(2) Lökoplaki yaşla birlikte sıklığı artan, sigara içmekle ilişkili ve genellikle dilde meydana gelen premalign bir durumdur. Enfeksiyöz risk faktörleri arasında HPV, kandida, HIV ve sifiliz bulunmaktadır. Kandida enfeksiyonu mevcut olduğunda skuamöz atipi tespit edilebilmektedir.(28)

Lökoplakinin klinik görünümüne dayalı olarak genellikle kabul gören iki sınıflandırma bulunmaktadır. Sugar ve Banöczy (1957, 1959)(29,30), oral lökoplaki için üç klinik alt tip tanımlamıştır:

• ***Lökoplaki simpleks:*** Oral mukozadan hafifçe kabarık, homojen beyaz ve keratinize bir lezyondur.

- ***Lökoplaki verrükoza:*** Kırışık yüzeyli, beyaz renkli verrüköz proliferasyonlarla karakterizedir.
- ***Lökoplaki eroziva:*** Eritematöz alanlar, erozyonlar ve fissürler içeren beyaz lezyonlardır.

Pindborg ve arkadaşları (1963)(31) ise klinik görünüme göre lökoplakiyi iki ana gruba ayırmıştır:

- ***Homojen tip lökoplaki:*** Görünüm değişkenlik gösterebilmekle beraber beyaz bir plak şeklinde görülür. Lezyon yüzeyi zaman zaman küçük çatlaklar veya fissürlerle bölünmüş olabilir.
- ***Benekli (speckled) veya nodüler tip lökoplaki:*** Eritematöz bir zemin üzerinde karakteristik beyaz plakların oluşturduğu benekli görünüm ya da nodüler beyaz çıkıntılar ile karakterizedir.

Söz konusu iki klinik sınıflandırma arasında anlamlı bir uyum bulunmaktadır. Sugar ve Banöczy(29,30) tarafından tanımlanan "simpleks" ve "verrüköz" tipler, Pindborg ve arkadaşlarının(31) sınıflandırmasındaki «homojen» tip içerisinde değerlendirilebilirken, «erozif» tip ise «benekli» (speckled) tip ile klinik olarak örtüşmektedir.

Klinik olarak, lökoplaki yapışkan beyaz plaklarla karakterizedir. Bu plaklar palpasyonla muayene edilmelidir. Çünkü hassasiyet ve sertleşme malignite belirtileridir. Ağız tabanı ve dilin ventral yüzeyi genellikle etkilenmektedir. Lökoplaki multifokal hastalıkla ilişkili olabileceğinden tam bir ağız muayenesi yapılmalıdır.(2)

Lökoplaki tedavisi klinik olarak zorluklar içerebilir. Bu nedenle, hastaların dikkatli ve düzenli takibi büyük önem taşımaktadır. En uygun izlem yöntemi, seri fotoğraflama ile belgelenen klinik değerlendirmeler ve malign dönüşüm şüphesi halinde tekrarlayan biyopsilerle gerçekleştirilmelidir.(2)

Tedavi yaklaşımı, esas olarak lezyonda saptanan displazi derecesine göre belirlenmektedir. Yüksek derecede atipi gösteren lezyonlarda cerrahi eksizyon ya da elektrokoter, kriyoterapi ve lazer ablasyon gibi destrüktif yöntemler tercih edilebilir. Bu yöntemler tümör yükünü azaltabilse de lezyonların nüks etme olasılığı yüksektir ve bu uygulamaların uzun vadede malign transformasyon oranı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Hastalığın yükünü azaltmak amacıyla, imikimod, florourasil ve fotodinamik tedavi gibi adjuvan alan tedavi seçenekleri uygulanabilir. Bununla birlikte, malign transformasyonu erken dönemde saptayabilmek adına hastaların uzun süreli izlemi gereklidir.

Bu bağlamda, özellikle ilk 2–3 yıl boyunca 3 ila 6 ayda bir düzenli kontrol önerilmektedir.(2)

22. Eritroplaki

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), eritroplakiyi şu şekilde tanımlamaktadır: Klinik veya patolojik olarak başka herhangi bir tanımlanabilir hastalıkla ilişkilendirilemeyen, parlak kırmızı ve kadifemsi plaklar şeklinde görülen oral mukoza lezyonları.(32) Eritroplaki nadir görülen premalign bir durumdur ve lökoplakiye göre invaziv skuamöz hücreli karsinoma dönüşme oranı çok daha yüksektir. Genellikle yaşlı bireylerde görülür ve risk faktörleri arasında tütün çiğneme ve alkol bulunmaktadır.(2)

Shear(33), 1972 yılında oral eritroplakinin klinik görünümüne dayalı olarak üç alt tipe ayrılabileceğini belirtmiştir:

- ***Homojen Eritroplaki:*** Klinik olarak tekdüze, düz veya hafif kadifemsi yüzey özellikleri gösteren, tamamen eritematöz lezyonlar.
- ***Lökoplaki Odaklarıyla Birlikte Görülen Eritroplaki:*** Eritemli alanlar içerisinde veya çevresinde beyaz plak odaklarının gözlendiği lezyonlar.
- ***Granüler veya Benekli (Speckled) Eritroplaki:*** Yüzeyinde granüler, nodüler veya benekli beyaz oluşumlar içeren, sıklıkla "benekli lökoplaki" olarak da tanımlanan karma lezyon tipi.

Bu sınıflandırma, eritroplakik lezyonların malign transformasyon riski açısından değerlendirilmesinde klinik olarak önemli bir rehber niteliğindedir. Özellikle homojen olmayan (heterojen) tiplerin, displazi veya malignite içermesi olasılığı daha yüksek olarak kabul edilmektedir.(32)

Tüm eritroplaki lezyonları histopatolojik inceleme amacıyla mutlaka biyopsi ile değerlendirilmelidir. En sık karşılaşılan tanılar arasında skuamöz hücreli karsinom yer almaktadır. Malignite dışında göz önünde bulundurulması gereken başlıca ayırıcı tanılar arasında sistemik lupus eritematozus, liken planus ve eritematöz kandidiyazis bulunmaktadır. Özellikle liken planus olgularında eşlik eden eritroplaki, malign transformasyon açısından yüksek riskli bir klinik özellik olarak değerlendirilmektedir.(2)

Tedavi seçenekleri, lezyonun özelliklerine ve risk düzeyine bağlı olarak şekillendirilir. Başlıca tedavi yöntemleri arasında cerrahi eksizyon, elektrokoterizasyon, kriyocerrahi ve lazer ablasyon gibi destrüktif teknikler yer almaktadır. Ancak bu yöntemlerle tedavi edilen lezyonlarda nüks oranı yüksek olup, hastaların uzun dönemli ve düzenli takibi zorunludur.(2)

Klinik olarak eritroplaki kırmızı, kadifemsi bir lezyon olarak tanımlanmaktadır. Ağız mukozasında genellikle ağız tabanında görülmekte ve nadiren dilde ve yanak mukozasında yer almaktadır.(34) Lezyonlar atrofi yapabilir ve bazı vakalarda eroziv olabilir. Lökoplakide olduğu gibi tam bir ağız muayenesi yapılmalıdır.(2)

23. Oral Skuamoz Hücreli Karsinom

Oral skuamöz hücreli karsinom, dünya genelinde tüm oral kanser vakalarının %90'ından fazlasını oluşturan en yaygın ve en agresif malign neoplazmlardan biridir. Ağız boşluğunun mukozal yüzeylerini döşeyen skuamöz hücrelerde gelişen, erken tanı konulmadığı durumlarda yüksek mortalite oranı, ciddi deformiteler ve metastatik yayılım gibi önemli sağlık sorunlarına neden olan bir malignitedir.(35)

Skuamoz hücreli karsinomlar, eksofitik kitleler veya endofitik sertleşmiş ülserler olarak görülebilmektedir. Klinik olarak oral mukozada uzun süreli lezyonlar, düzensiz ve ülseratif papüller, nodüller ve normal epitelin üzerine uzanan plaklar yer almaktadır. Lezyonlar genellikle sertleşmiş bir özellik göstermektedir. En yaygın görüldüğü bölgeler dilin posterior laterali ve ventral yüzeyidir. Ağız tabanı ise ikinci en yaygın görüldüğü bölgedir.(2)

Klinik düzeyde tanı sürecinde, oral mukozada veya dudakların vermilyon bölgesinde ortaya çıkan ve nedeni açıklanamayan kronik ülseratif lezyonların her zaman potansiyel olarak malign kabul edilmesi gerekmektedir. Bu tür lezyonların değerlendirilmesinde ayırıcı tanı kapsamına; enfeksiyöz etiyolojiler, reaktif inflamatuvar yanıtlar ve neoplastik süreçler dahil edilmelidir. Ancak, malignite olasılığını dışlamak ya da doğrulamak için yalnızca klinik gözlem yeterli değildir. Bu nedenle, kesin tanı koymanın tek güvenilir yolu histopatolojik inceleme ile desteklenen bir doku biyopsisidir.(36) Tedavide cerrahi eksizyon, kemoterapi, radyasyonla multimodal tedavi uygulanabilmektedir.(2)

24. Kaposi Sarkomu

Kaposi sarkomu, HIV ile ilişkilendirilen en yaygın malignitelerden biridir ve HHV-8 virüsü nedeniyle oluşmaktadır.(2)

Kaposi sarkomunun oral bulguları, ileri evre HIV enfeksiyonu bulunan bireylerde sıklıkla gözlemlenmekte olup altta yatan immünsüpresyonun erken bir göstergesi olarak değerlendirilebilmektedir. Bu lezyonlar genellikle sert damak, gingiva veya dil gibi bölgelerde lokalize olur ve asemptomatik düz plaklardan, ağrılı, ülseratif ve kanamalı hale gelebilen nodüler yapılara kadar

geniş bir klinik görünüm sergiler. Bu lezyonlar, yüksek HIV viral yükü ve düşük CD4+ T lenfosit düzeyleri ile güçlü bir korelasyon göstermektedir.(37)

Tedavide kriyoterapi, topikal alitretinoin, kemoterapi, radyoterapi ve eksizyon etkili olmaktadır.(2)

25. Malnutrisyon

Ağız değişiklikleri genellikle bir besin yetersizliğinin ilk klinik belirtisi olabilmektedir. Besin yetersizliğinden şüphelenilen hastada gastrointestinal semptomlar ve diyet hakkında ayrıntılı bir öykü alınması gerekmektedir. Erken evre hastalıkta, dil papilleri kızarır ve büyüyebilirken geç evre hastalıkta dil atrofik, pürüzsüz, kırmızı bir görünüm almaktadır. Ayrıca tat ve koku değişikleri de hastalığın ileri evrelerinde görülebilmektedir. Dil ve ağız mukozasında değişiklikler kırmızı kan hücresi hastalıklarında yaygın gözlenmektedirler.(2)

Demir eksikliği anemisi genellikle filiform ve fungiform papillerin atrofisiyle erken bulgular gösterir. Atrofi, dilin uç kısmı ve yan yüzeyinde başlayarak dilin tüm yüzeyini kapsayabilmektedir. Demir takviyeleri genellikle bu değişiklikleri tersine çevirir. B-kompleks eksiklikleri (B1, B2, B3, B6 ve B12) dilde değişikliklere yol açarak atrofiye ve ülserasyonlara neden olabilmektedir. Klinik olarak dildeki fiziksel değişikliklerden önce genellikle yanma ve ağrı hissi vardır. Bu da yanan ağız sendromu ile karıştırılabilir.(2)

Tedavi, eksik vitaminlerin yerine konulması ve beslenme durumunun iyileştirilmesi ile yapılmaktadır.(2)

26. Sistemik Amiloidosis

Sistemik amiloidoz çeşitli organlarda amiloid birikimi ile karakterize edilen heterojen bir hastalıktır. Yaygın olarak etkilenen alanlar böbrek, kalp, periferik sinirler, deri, gastrointestinal sistem ve ağız boşluğudur.(2)

Oral lezyonlar genellikle dilin etkilenmesiyle ortaya çıkmakta (lingual amiloidozis) ve hastaların %15'inde makroglossi ile beraber purpura ve büller görülmektedir.(2)

27. Sonuç

Dil, yalnızca konuşma ve tat alma işlevleriyle sınırlı olmayan, aynı zamanda sistemik ve lokal hastalıkların erken bulgularını yansıtabilecek önemli bir oral yapıdır. Diş hekimleri, hastaların düzenli ağız içi muayenelerini gerçekleştiren ilk hekimler arasında yer aldıkları için dil üzerinde gelişen lezyonların doğru şekilde tanınması ve yönetilmesi, erken tanı ve müdahale açısından kritik

öneme sahiptir. Diş hekimlerinin bu tür bulguları ayırt edebilecek bilgi ve farkındalığa sahip olması hem hasta sağlığının korunması hem de diğer tıbbi disiplinlerle iş birliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle dil hastalıklarının tanınması sadece ağız sağlığına değil, genel sağlığa katkı sağlayan çok yönlü bir yetkinliktir ve diş hekimliği eğitiminin ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

Kaynakça

1. Çağlayan F, Demir S, Tosun ZT, Laloğlu A. A cross-sectional study of tongue disorders among dental outpatients. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. Published online September 1, 2024. doi:10.1016/j.jormas.2024.102118

2. Mangold AR, Torgerson RR, Rogers RS. Diseases of the tongue. *Clin Dermatol*. 2016;34(4):458-469. doi:10.1016/j.clindermatol.2016.02.018

3. Demiral U, Ünür M. Common Oral Lesions and Their Treatment in Newborns. *Turkiye Klinikleri Journal of Pediatrics*. 2019;28(3):128-138. doi:10.5336/pediatr.2019-66189

4. Blancher A, Mamidi I, Morris L. Tongue and Mandibular Disorders of the Pediatric Patient. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2024;32(1):157-167. doi:10.1016/j.fsc.2023.08.002

5. Akova F. Effectiveness of Frenotomy in Ankyloglossia Treatment Between 0-1 Years Old. *Cocuk Cerrahisi Dergisi*. 2021;35(1):14-20. doi:10.5222/JTAPS.2021.37530

6. Surej Kumar L, Kurien N, Sivan M. Isolated congenital bifid tongue. *Natl J Maxillofac Surg*. 2010;1(2):187. doi:10.4103/0975-5950.79228

7. Gulin JS. *A Non-Syndromic Bifid Tongue Associated with Geographic Tongue*. Vol 27.; 2017.

8. Diş U, Dergisi HB, Korkmaz B, et al. *Coğrafik Dil ve Psoriasis Hastalığı Arasındaki İlişki: Olgu Sunumu ve Literatür Derlemesi Relationship Between Geographic Tongue and Psoriasis: Case Report and Review of the Literature*.

9. Hu Y, Li Y, Yan W, Zhou Y. Association of psoriasis with geographic and fissured tongue in the Han population in southwestern China. *An Bras Dermatol*. Published online November 1, 2024. doi:10.1016/j.abd.2024.01.006

10. Bender SD. Burning Mouth Syndrome. *Dent Clin North Am*. 2018;62(4):585-596. doi:10.1016/j.cden.2018.05.006

11. Sardella A, Gualerzi A, Lodi G, Sforza C, Carrassi A, Donetti E. Morphological evaluation of tongue mucosa in burning mouth syndrome. *Arch Oral Biol*. 2012;57(1):94-101. doi:10.1016/j.archoralbio.2011.07.007

12. Çetin A, Betül M, Arslan İ, et al. *Olgu Sunumu / Case Report Kıllı Dil Haıry Tongue*. Vol 49.; 2016.

13. Gawre SR, Sonar PR, Reche A, Tiwari A V, Arya A, Singh A. Median Rhomboid Glossitis: A Case Study. *Cureus*. Published online May 27, 2024. doi:10.7759/cureus.61182

14. Shishir Ram Shetty M, Rangare A, Sara Thomas P, Babu SG. *25-28 Shetty et al. 25 Case Report / Olgu Sunusu Non Syndromic Hypoglossia With Mandibular and Palatal Abnormalities*. Vol 1.; 2011.

15. Campos O, Aris R, Santorcuato F, Whittle C, Figueroa L, Pedregal P. Imaging in lingual abscess: a case report. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024;55(1). doi:10.1186/s43055-024-01255-6

16. Saro-Buendía M, Urquiza PS, González JA, Navarro MJL, Mazón M, Carceller MA. Posterior Lingual Abscess; Report of Two Cases. *Arch Acad Emerg Med*. 2023;11(1). doi:10.22037/aaem.v11i1.1860

17. Song Z, Laggan B, Parulis A. Lingual Hematoma Treatment Rationales: A Case Report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008;66(3):535-539. doi:10.1016/j.joms.2006.09.023

18. Amin DP, Cooper MN, Newton KI. Traumatic Lingual Hematoma Resulting in Bilateral Temporal Mandibular Joint Dislocations. *Journal of Emergency Medicine*. 2018;54(5):e101-e103. doi:10.1016/j.jemermed.2017.12.053

19. Yildirim D, Kocabay D, Okur D, Akif Kılıç D, Tıp Fakültesi K, Anabilim Dalı K. *Lingual Tiroid**. www.KBB-Forum.net

20. Sinan H, Ziya Balta A, Büyüksoy V, Özer MT, Demirbaş S. *Nadir Görülen Tiroid Bezi Yerleşim Anomalisi: Lingual Tiroid A Rare Thyroid Gland Location Anomaly: Lingual Thyroid*. Vol 8.; 2011.

21. Doğan A, Aydoğan E, Gülşah Tanyıldız H. İnfantil Hemanjiomların Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar. *Çocuk Dergisi / Journal of Child*. 2023;23(1):89-94. doi:10.26650/jchild.2023.878287

22. Jamali Z, Katebi K, Alibabaei H, Khosroshahi AJ. *Frontiers in Dentistry Evaluation of the Relationship between Sublingual Varices and Hypertension*.; 2024.

23. Gurel G, Sahin S, Aytekin B, Colgecen E. Oral hairy leukoplakia in the buccal mucosa of a healthy, HIV-negative patient. *Journal of Surgery and Medicine*. Published online April 19, 2018. doi:10.28982/josam.412354

24. Grossman ME, Stevens AW, Cohen PR. Herpetic Geometric Glossitis. *New England Journal of Medicine*. 1993;329(25):1859-1860. doi:10.1056/nejm199312163292506

25. Mirowski GW, Goddard A. Herpetic geometric glossitis in an immunocompetent patient with pneumonia. *J Am Acad Dermatol*. 2009;61(1):139-142. doi:10.1016/j.jaad.2008.11.007

26. Yawn BP, Saddier P, Wollan PC, St. Sauver JL, Kurland MJ, Sy LS. A population-based study of the incidence and complication rates of herpes zoster before zoster vaccine introduction. *Mayo Clin Proc*. 2007;82(11):1341-1349. doi:10.4065/82.11.1341

27. Pringle GA. The Role of Human Papillomavirus in Oral Disease. *Dent Clin North Am*. 2014;58(2):385-399. doi:10.1016/j.cden.2013.12.008

28. Bouquot JE, Gorlin RJ. Leukoplakia, lichen planus, and other oral keratoses in 23,616 white Americans over the age of 35 years. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1986;61(4):373-381. doi:10.1016/0030-4220(86)90422-6

29. Sugar L, Banozcy J. Investigations onprecancerosis of the oral mucosa. In: ; 1957:347-353.

30. Sugar L, Banoczy J. Untersuehungen beiPrakanzerose der Mundschleimhaut. In: ; 1959:132-140.

31. Pindborg JJ, Renstrup G, Poulsen HE, Silverman S. Studies in oral leukoplakias:V. Clinical and histological signs of malignancy. In: ; 1963:407-414.

32. Reichart PA, Philipsen HP. Oral erythroplakia—a review. *Oral Oncol*. 2005;41(6):551-561. doi:10.1016/j.oraloncology.2004.12.003

33. Shear M. Erythroplakia of the mouth. *Int Dent J*. 1972;22(4):460-473.

34. Shafer WG, Waldron CA. Erythroplakia of the oral cavity. *Cancer*. 1975;36(3):1021-1028. doi:10.1002/1097-0142(197509)36:3<1021::AID-CNCR2820360327>3.0.CO;2-W

35. Kumar A, Nelson L. Enhancing Oral Squamous Cell Carcinoma Detection Using EfficientNetB3 from Histopathologic Images. In: *Proceedings of the International Conference on Multi-Agent Systems for Collaborative Intelligence, ICMSCI 2025*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2025:950-956. doi:10.1109/ICMSCI62561.2025.10894480

36. Sciubba JJ. *Oral Cancer The Importance of Early Diagnosis and Treatment*.

37. de Souza LL, Correia-Neto IJ, Kalinin Y, et al. Oral Kaposi sarcoma in Brazil: a case series of 40 patients highlighting a significant health burden. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. Published online May 1, 2025. doi:10.1016/j.oooo.2024.12.014

BÖLÜM II

ÇENE KEMİKLERİNDEKİ FİBRO-OSSEÖZ LEZYONLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ: RADYOLOJİK GÖSTERGELER REHBERLİĞİNDE TANI SÜRECİ

Evaluation of Fibro-Osseous Lesions of The Jaw Bones: Diagnostic Process Guided by Radiological Indicators

Ceyda GÜRHAN

(Doç. Dr.), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı
E-mail: cydgrhn @gmail.com
ORCID: 0000-0002-4101-4965

1. Giriş

Fibro-osseöz lezyonlar (FOL), çene ve kraniyofasiyal kemikleri etkileyen ve kemik dokunun kolajen lifler ve fibroblastlardan oluşan, içerisinde değişen miktarlarda mineralize madde barındıran kemiksi ya da sement benzeri bir görünüme sahip doku ile yer değiştirmesi ile karakterize benign, progresif bir lezyon grubunu ifade etmektedir. (1) Literatürde FOL için ‘’periodontal kökenli tümör” tanımlaması yapılmıştır. (2) 2017 yılında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından yayımlanan *Baş ve Boyun Tümörleri* sınıflamasının son baskısında (4. basım) FOL (*Fibro-osseöz ve Osteokondromatoz Lezyonlar*), ilk defa ayrı bir lezyon grubu olarak *Odontojenik ve Maksillofasiyal Kemik Tümörleri* sınıflaması içinde ele alınmıştır. (3,4) Fibro-osseöz ve Osteokondromatoz Lezyonlar 2017 sınıflamasında (4. baskı); fibröz displazi (FD), semento-osseöz displazi (SOD) ve ossifiye fibrom (OF), ailesel gigantiform sementoma (AGS), osteokondroma olmak üzere beş alt sınıftan oluşmaktadır. Fakat DSÖ’nün *Baş ve Boyun Tümörleri* sınıflaması ile alakalı 2022 yılındaki son güncellemesinde (5. basım) FOL ilişkin sınıflamada *(Fibro-osseöz* Tümörler ve Displaziler)

çeşitli değişiklikler yer almıştır. (5) (Tablo 1) DSÖ'nün 2017 yılı sınıflamasında SOD; fokal, florid ve periapikal olmak üzere üç alt tip şeklinde tanımlanırken; 2022 yılında yapılan güncellemede dördüncü alt tip olarak ailesel florid displazi sınıflamaya eklenmiştir. Ayrıca, yeni sınıflamaya segmental odontomaksiller displazi (SOMD), juvenil ossifiye fibroma (JOF) ve psammomatoid ossifiye fibroma (POF) olmak üzere üç yeni lezyon daha dahil edilmiştir.

Ossifiye fibroma ise, 2022 sınıflamasında ''semento''ön eki eklenerek 'Semento-ossifiye fibroma' adıyla İyi Huylu Mezenkimal *Odontojenik* Tümörler başlığı altında yeniden sınıflandırılmıştır. (5)

'Semento-' ön ekinin kullanılmasıyla dişe komşu bölgelerde meydana gelen bu lezyonun, odontojenik kökenli olduğu ve periodontal ligament içinde geliştiğini vurgulanmıştır. (6) Öte yandan, osteokondroma, güncellenmiş sistemde İyi Huylu Maksillofasiyal Kemik ve Kartilaj Tümörleri sınıflamasına taşınmıştır. (5)

Tablo 1: Fibro-osseöz Tümör ve Displaziler'e Yönelik Güncel Sınıflandırma (5)

1. Semento-osseöz Displazi (SOD)
a. Periapikal tip
b. Fokal tip
c. Florid tip
d. Ailesel Florid tip
2.Fibröz Displazi (FD)
3. Segmental Odontomaksiller Displazi (SOMD)
4. Juvenil Ossifiye Fibroma (JOF)
5. Psammomatoid Ossifiye Fibroma (POF)
6. Ailesel Gigantiform Sementoma (AGS)

FOL histolojik olarak birbirleri ile benzerlik gösterse de, klinik ve radyolojik açıdan farklı özellikler sergilediklerinden ayırıcı tanıları genellikle bu kriterlere göre yapılmaktadır. (4,7) Diğer birçok çene lezyonunun aksine, yalnızca histopatolojik inceleme FOL'ı birbirinden ayırmak için yeterli olmayabilir ve bu noktada tanının doğrulanabilmesi ve alt lezyon sınıfının belirlenebilmesi için olgunun mutlaka klinik ve radyolojik bulgularla desteklenmesi gerekmektedir. (8) Klinik pratikte nispeten nadir görülmeleri ve heterojen bir lezyon grubu olmaları, bu lezyonların tanısını güçleştirmektedir. (9)

Tanıya ulaşma sürecinde, hastanın yaşı, cinsiyeti ve etnik kökeni gibi demografik veriler ile lezyonun lokalizasyonu ve çene içerisindeki dağılımı belirleyici rol oynamaktadır. (8) FOL çene kemiklerinde tipik olarak bir veya daha fazla diş ile yakın anatomik ilişkide izlenseler de etkilenen dişlerde vitalite kaybına sebep olmazlar. (10)

Radyolojik görüntüleme FOL'ın tanısında önemli rol oynamaktadır. FOL radyolojik olarak erken osteolitik evrede herhangi bir radyoopasite içermeyen radyolusent alanlar şeklinde izlenir ve bu görünüm periapikal lezyonlarla karışabilir. Lezyonlar olgunlaştıkça önce mikst (sementoblastik) görünüme, ardından da matür evrede belirgin kalsifikasyonların eşlik ettiği tamamen radyoopak bir görünüme dönüşürler. Lezyonların radyolojik olarak sergilediği bu tipik patern, FOL sınıfına özgü bir özellik olarak bildirilmektedir. (11) Diş hekimliği pratiğinde rutin olarak başvurulan görüntüleme yöntemlerinden biri olan panoramik radyografiler (PR), çene kemiklerinde yerleşmiş olan FOL'ların tanısında birçok durumda tek başına yeterli olabilmektedir. Bununla birlikte, ayırıcı tanının PR ile netleştirilemediği atipik vakalarda, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ya da bilgisayarlı tomografi (BT) gibi ileri görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. (12)

Her ne kadar FOL benzer histopatolojik özellikler sergilese de, alt gruplar arasındaki tedavi yöntemleri periodik izlem protokollerinden invaziv cerrahi müdahalelere kadar farklılık gösterebildiği için, doğru tanının konulması tedavi planlaması açısından kritik öneme sahiptir. (13,14)

2. Fibro-osseöz Tümörler ve Displaziler

2.1. Semento-osseöz Displazi (SOD)

SOD lezyonları, çene kemiklerinde dişe komşu bölgelerde sağlam kemik dokusunun, hücresel açıdan zengin fibröz bağ dokusu ve sement benzeri bir materyal ile yer değiştirmesiyle karakterize olan, en sık görülen FOL'dan biridir. Güncel literatürde, SOD lezyonlarının etyolojisi; dişlerin periodontal dokularından kaynaklanan reaktif veya hamartomatöz bir süreçten ziyade, patojenik gen mutasyonları ile ilişkilendirilmektedir. (15,16) Orta yaş grubunda daha sık rastlanan SOD lezyonlarının, kadınlarda erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla görüldüğü literatürde belirtilmiştir. (17,18) SOD lezyonları sıklıkla mandibulada görülürken yerleşim yerine göre temel olarak periapikal, fokal ve florid olarak sınıflandırılır. (15) Periapikal tip, genellikle anterior mandibular dişlere komşu bölgelerde; fokal tip, posterior

bölgedeki tek bir diş ile sınırlı alanlarda; florid tip ise birden fazla çeyrek çenede yaygın olarak yerleşim göstermektedir. (15) (Resim 1) Ailesel florid tip, florid tip ile benzer şekilde displastik FOL'la karakterizedir ve olgularda sıklıkla kemik ekspansiyonu izlenir. Ayrıca, bu hastalarda gömük dişler ve persiste süt dişleri yaygın olarak görülmektedir. (19)

SOD lezyonları sekonder olarak enfekte olmadıkça asemptomatik seyir gösterdiğinden, genellikle rutin radyolojik muayeneler sırasında çoğu vakada mandibular bölgede olmak üzere tesadüfen saptanır. (20) Lezyonların radyolojik görüntüsü, osteolitik (radyolusent-erken evre), sementoblastik (mikst-ara dönem) ve osteosklerotik (radyoopak-ileri evre) gelişim dönemine göre değişiklik göstermektedir. Lezyonların matürasyon süreciyle birlikte osteosklerotik faza geçerek radyoopasitesinin arttığı bilinmektedir. (9) Genellikle SOD lezyonları radyografide değişen oranlarda radyoopak ve radyolusent bileşenler içeren, iyi sınırlı mikst karakterde lezyonlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada, osteolitik fazda (erken evre) yakalanan radyolusent görünüm sergileyen lezyonların periapikal granülom gibi apikal patolojilerden ayırt edilmesi hem tanı hem de tedavi yönteminin belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. SOD lezyonlarının yanlış veya eksik tanılanması, ilgili dişlerde endikasyon dışı endodontik tedavilere neden olabilmektedir. (9,21,22) SOD lezyonlarının tanısı çoğunlukla radyolojik ve klinik bulgulara dayanarak konduğundan, biyopsi yalnızca mevcut bulguların tanıyı desteklemede yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilmektedir ve histopatolojik incelemenin yeri rutin uygulamada sınırlıdır. (9)

2. 2. Fibröz Displazi (FD)

FD kraniyofasiyal kemiklerde sık tutulum gösteren intermedullar fibroosseöz proliferasyonla karakterize iyi huylu FOL'dan biridir. Bu patoloji, yalnızca bir kemiği etkileyen monostatik tipte olabileceği gibi, birden fazla kemiğin tutulduğu poliostatik tipte de görülebilir. Ayrıca, FD McCune-Albright sendromunun bir komponenti olarak, ciltte hiperpigmente lezyonlar (café-au-lait lekeleri) ve hipertiroidi, Cushing sendromu gibi çeşitli endokrinopatiler ile birlikte de ortaya çıkabilmektedir. Mandibular yerleşimli lezyonlar sıklıkla monostatik formda iken maksiller FD lezyonları sfenoid, zigomatik, kafa tabanı ve frontonazal kemiklere yayılarak birden fazla kemiği etkilemektedir. (23)

FD lezyonlarının tanısı; klinik, radyolojik, moleküler ve nadiren patolojik değerlendirmelere dayanarak konur. Klinik olarak FD'nin en karakteristik bulgusu, etkilenen kemikte ağrısız ekspansiyondur. Hastaların temel şikayeti

sıklıkla fasiyal asimetri ve çeşitli derecelerde fonksiyon kaybı olarak görülmektedir. Çene kemiklerinin etkilenmesi ile birlikte mevcut patolojiye dişlerde yer değişikliği ve malokluzyonlar da eşlik edebilmektedir. Dişlerde rezorpsiyon ise nadiren görülmektedir. (23) Kraniofasiyal FD'nin radyografik bulgusu yaşam boyunca değişiklik gösterir. Genç hastalarda, radyografide "buzlu cam" veya ''portakal kabuğu'' görünümü olarak tanımlanan homojen, ince korteksle çevrili ve keskin sınırları olmayan lezyonlar izlenirken; bu lezyonlar erişkinlik döneminde litik ve sklerotik alanların bir arada bulunduğu karma bir görünüme dönüşür. (24)

Çene kemiği tutulumu olan hastalarda PR primer tanı aracı olarak kullanılsa da lezyonların dağılımı ve sınırlarının belirlenmesinde BT de yaygın kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. (23) Genellikle soliter ve unilateral bir görünüm sergileyen FD, bazı durumlarda orta hattı geçen lezyonlarla da kendini gösterebilir.

Lezyonlar, matur evrede düzensiz yerleşimli ince trabeküllerin eşlik ettiği multiloküler bir görünüm sergilemektedir. (25) FD'de mandibular kanalın yer değiştirmesi, lezyonun mandibula içindeki ekspansif büyümesine bağlı olarak görülen bir diğer radyolojik bulgudur. (26)

FD tedavisi multidisipliner bir yaklaşım gerektirmekte olup, tedavideki en kritik aşama — mevcutsa — McCune-Albright sendromu ile ilişkili endokrinopatilerin kontrol altına alınmasıdır. Bu aşamadan sonra tedavi hedefi, estetik ve fonksiyonel gereksinimlerin karşılanmasına yöneliktir. Fasiyal asimetri genellikle kozmetik cerrahi yaklaşım gerektirir. Fakat bu noktada olgunun doğru planlanması önem arz etmektedir. Özellikle iskeletsel maturasyonun tamamlanmasından önce (<16 yaş) yapılan cerrahilerde nüks ihtimali yüksek olduğundan bu tür kozmetik cerrahilerin iskeletsel olgunluk sonrasında gerçekleştirilmesi önerilmektedir. FD lezyonlarında radyoterapi uygulamalarının sarkomatöz dönüşüm riskini artırabileceği gösterildiğinden, bu tedavi yöntemi genellikle tercih edilmez. (27)

2. 3. Segmental Odontomaksiller Displazi (SOMD)

SOMD unilateral olarak posterior maksillayı etkileyen nadir görülen gelişimsel bir patolojidir. SOMD genellikle kaba, dikey yönde uzanan kemik trabekülasyonlarıyla birlikte anormal kemik alanı şeklinde görülür ve buna sıklıkla maksiller sinüs boyutunda azalma eşlik eder. (7) Bu olgularda posterior maksillada görülen ekspansiyonuna kutanöz ve dental bazı anomaliler de eşlik etmektedir. Kutanöz ve fasiyal bulgular hipertrikoz (aşırı tüylenme),

hiperpigmentasyon, hipopigmentasyon, eritem, artmış sayıda melanositik nevüs, yüz bölgesinde çöküklük, komissüral dudak çukurları ve tek taraflı dudak yarığı gibi anomalileri kapsamaktadır. Bu hastalarda dental olarak eksik, persiste veya gömük dişler sıklıkla tespit edilir. Radyolojik muayenede özellikle premolar dişlerde gömüklük dikkat çeken bir bulgu olarak bildirilmektedir. SOMD lezyonlarının FD'den ayırıcı tanısı SOMD lezyonuna eşlik eden dental anomali varlığına göre yapılmaktadır. (28)

SOMD'nin gelişimi genellikle hastanın büyümesiyle orantılıdır ve ergenlik dönemine kadar büyüme gözlemlenir. Estetik veya fonksiyonel nedenlerle cerrahi ve ortodontik tedavi seçenekleri göz önüne alınmaktadır. (28)

2. 4. Juvenil Ossifiye Fibroma (JOF)

JOF çocukluk döneminde (<15 yaş) ortaya çıkan iyi huylu FOL'dan biridir. JOF lezyonları sıklıkla maksillada nadiren mandibulada görülmektedir. Malignite kuşkusu uyandıracak kadar büyük boyutlara ulaşana kadar olgular genellikle asemptomatiktir. (29) FD ile benzer şekilde monostatik (tek kemik tutulumu) ve poliostatik (çoklu kemik tutulumu) iki türü bulunmaktadır.

JOF radyografide değişen miktarlarda radyolüsens ve radyoopak komponent içeren iyi sınırlı lezyonlar olarak izlenir. (30) Agresif davranış gösteren olgularda kortikal tabakada incelme ve kemik perforasyonları görülmektedir. (29) Kemikteki ekspansiyona dişlerde yer değişikliğine sebep olmaktadır. Literatürde cerrahi tedavi sonrasında yüksek nüks oranı bildirilmiştir. Agresif büyüme paterni ve yüksek nüks oranından dolayı JOF lezyonlarının tedavisi radikal yaklaşım gerektirmektedir. (29)

2. 5. Psammomatoid Ossifiye Fibroma (POF)

Nadir görülen POF lezyonları histolojik olarak karakteristik psammoma benzeri kalsifikasyonlar içermektedir. Juvenil tipten farklı olarak POF sıklıkla orbita, etmoid sinüs, frontal ve maksiller sinüste yerleşim göstermektedir. (31) Lezyonlar genellikle asemptomatik gelişim göstermesine rağmen hızlı kemik ekspansiyonunun olduğu veya lezyonun yakın ilişkili anatomik boşluklara doğru genişlediği durumlarda nazal tıkanıklık, proptozis (gözün öne doğru çıkması) ve görme bozuklukları gibi semptomlar ortaya çıkmaktadır. (15) Radyografide POF lezyonları iyi sınırlıdır ve tipik FOL özelliği olarak içerdikleri kalsifiye yapıların maturasyon düzeyine bağlı olarak tamamen radyolüsentten farklı derecelerde radyoopasite gösteren alanlar şeklinde izlenmektedir. (31) POF lezyonları komşuluk gösterdikleri dişlerde yer değişikliği ve kök rezorpsiyonuna sebep olmaktadır. (7)

2. 6. Ailesel Gigantiform Sementoma (AGS)

AGS, nadir görülen ve genellikle anterior mandibulada ortaya çıkan iyi huylu, ailesel otozomal dominant bir hastalıktır. Çocukluk döneminde gelişen lezyonlar, zamanla fasiyal deformiteye yol açabilecek boyutlara ulaşabilir.

Lezyonlar yalnızca mandibulanın anterior bölgesinde değil, birden fazla çeyrek çenede bulunma eğilimindedir. (7,32) Radyografik olarak AGS, içerisinde dağınık kalsifikasyonlar bulunan, iyi sınırlı, ekspansil radyolüsent lezyon olarak görülür. Bu görünüm, çok sayıda opasitenin eşlik ettiği ve belirli bir genişleme gösteren florid SOD ile benzerlik gösterir. Lezyonlar sıklıkla orta hattı geçer. (32)

AGS için tedavi seçenekleri sınırlıdır. Çenelerde çoklu tutulumun olduğu olgular için radikal yaklaşımlar gerçekçi olmamakla birlikte konservatif cerrahi seçeneklerinden sonra da nüks bildirilmiştir. Radikal cerrahilerden sonra fibula, kaburga veya iliak kemikten elde edilen greftler ile rekonstrüksiyon cerrahilerinin yapılması gerekmektedir. Radikal yaklaşımlar hastalarda belirgin fasiyal deformitelere neden olduğu için lezyonların büyük boyutlara ulaşmadan müdahale edilmesi en doğru yaklaşımdır. (33)

3. Sonuç

Kraniyofasiyal bölgedeki FOL, histolojik olarak birbirine oldukça benzeyen bir grup lezyonu temsil eder. Bu lezyonların ayırıcı tanısı ancak klinik bulguların ve radyolojik görüntülerin birlikte değerlendirilmesiyle mümkündür.

Kaynakça

1. Prabhu S, Sharanya S, Naik PM, Reddy A, Patil V, Pandey S, Mishra A, Rekha K. Fibro-osseous lesions of the oral and maxillo-facial region: Retrospective analysis for 20 years. J Oral Maxillofac Pathol. 2013;17(1):36-40.

2.Waldron CA, Giansanti JS. Benign fibro-osseous lesions of the jaws: a clinical-radiologic-histologic review of sixty-five cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1973;35:190-20

3.El-Naggar AK, Chan JKC, Grandis JR, Takata T, Slootweg PJ, eds. WHO classification of head and neck tumours, Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2017.

4.MacDonald DS. Classification and nomenclature of fibro-osseous lesions. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology.2021;131(4):385-389.

5. Vered M, Wright JM. Update from the 5th Edition of the World Health Organization classification of head and neck tumors: odontogenic and maxillofacial bone tumours. Head and Neck Pathol. 2022;16:63-75.

6.Speight PM, Takata T. New tumour entities in the 4th edition of the World Health Organization classification of head and neck tumours: odontogenic and maxillofacial bone tumours. Virchows Arch. 2018;472:331-339

7.Crane H, Walsh H, Hunter KD. Fibro-osseous lesions of the jaws. Diagnostic Histopathology. 2024;30(3):170-178.

8.Mainville GN, Turgeon DP, Kauzman A. Diagnosis and management of benign fibro-osseous lesionsof the jaws: a current review for the dental clinician. Oral Diseases. 2017;23:440–450.

9.Olgac V, Sinanoglu A, Selvi F, Soluk-Tekkesin M. A clinicopathologic analysis of 135 cases of cemento-osseous dysplasia: To operate or not to operate? J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2021;122:278–282.

10.Ducommun J, Bornstein MM, Suter VGA. Die ossäre Dysplasie: Ein radiologischer Zufallsbefund. Swiss Dent J. 2018;128:142–143.

11.Resnick CM, Novelline RA. Cemento-osseous dysplasia, a radiological mimic of periapical dental abscess. Emerg Radiol. 2008;15:367-374.

12. MacDonald DS. Maxillofacial fibro-osseous lesions. Clin Radiol. 2015;70:25–36.

13.Ahmad M, Gaalaas L. Fibro-osseous and other lesions of bone in the jaws. Radiol Clin N Am. 2018;56:91–104.

14.Kumar KA, Kishore PK, Mohan AP, Venkatesh V, Kumar BP, Gandla D. Management and treatment outcomes of maxillofacial fibro-osseous lesions: a retrospective study. J Maxillofac Oral Surg. 2015;14:728–734.

15.Pick E, Schäfer T, Al-Haj Husain A, Rupp NJ, Hingsammer L, Valdec S. Clinical, radiological, and pathological diagnosis of fibro-osseous lesions of the oral and maxillofacial region: A retrospective study. Diagnostics. 2022;12(2):238.

16.Haefliger S, Turek D, Andrei V, Alborelli I, Calgua B, Ameline B, Harder D, Baumhoer D. Cemento-osseous dysplasia is caused by RAS-MAPK activation. Pathology. 2023;55:324–328.

17.Slootweg PJ, El-Naggar AK. World Health Organization 4th edition of head and neck tumor classification: insight into the consequential modifications. Virchows Arch. 2018;472:311–313.

18.Pereira DL, Pires FR, Lopes MA, Carlos R, Wright JM, Patel P, van Heerden W, Uys A, Vargas PA. Clinical, demographic, and radiographic analysis

of 82 patients affected by florid osseous dysplasia: an international collaborative study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016;122:250–257.

19. Nel C, Yakoob Z, Schouwstra CM, van Heerden WF. Familial florid cemento-osseous dysplasia: a report of three cases and review of the literature. Dentomaxillofac Radiol. 2021;50(1):20190486.

20.Titinchi F, Alturki N, Morkel J, Alkaabi S, Taylor K. Cemento-osseous dysplasia: a multi-centre analysis of surgical management. Oral Maxillofac Surg. 2025;29(1):96.

21.Kato CNAO, de Arruda JAA, Mendes PA, Neiva IM, Abreu LG, Moreno A, Silva TA, Souza LN, Mesquita RA. Infected cemento-osseous dysplasia: analysis of 66 cases and literature review. Head Neck Pathol. 2020;14:173–182.

22.Decolibus K, Shahrabi-Farahani S, Brar A, Rasner SD, Aguirre SE, Owosho AA. Cemento-osseous dysplasia of the jaw: demographic and clinical analysis of 191 new cases. Dent J (Basel). 2023;11:138.

23.Obermeier KT, Hartung JT, Hildebrandt T, Dewenter I, Smolka W, Hesse E, Fegg F, Otto S, Malenova Y, Abdullah A. Fibrous dysplasia of the jaw: Advances in imaging and treatment. J Clin Med. 2023;12(12):4100.

24.Szymczuk V, Taylor J, Boyce AM. Craniofacial fibrous dysplasia: Clinical and therapeutic implications. Curr Osteoporos Rep. 2023;21(2):147-153.

25.Gupta D, Garg P, Mittal A. Computed tomography in craniofacial fibrous dysplasia: A case series with review of literature and classification update. Open Dent J. 2017;11:384–403.

26.Jia K, Li X, An J, Zhang Y. Comparing clinical and radiographic characteristics of chronic diffuse sclerosing osteomyelitis and craniofacial fibrous dysplasia in the mandible. J Oral Maxillofac Surg. 2021;79:1053–1061.

27.Kruse A, Pieles U, Riener M.O, Zunker C, Bredell M.G, Grätz KW. Craniomaxillofacial fibrous dysplasia: A 10-year database 1996–2006. Br J Oral Maxillofac Surg. 2009;47:302–305.

28.Smith MH, Cohen DM, Katz J, Bhattacharyya I, Islam NM. Segmental odontomaxillary dysplasia: An underrecognized entity. J Am Dent Assoc. 2018;149(2):153-162.

29.Khanna J, Ramaswami R. Juvenile ossifying fibroma in the mandible. Ann Maxillofac Surg. 2018;8(1):147-150.

30.El-Mofty S. Psammomatoid and trabecular juvenile ossifying fibroma of the craniofacial skeleton: Two distinct clinicopathologic entities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;93:296–304.

31.Akarslan ZZ, Akpınar D, Kahraman SA. Alt çenede lokalize psammomatoid ossifying fibroma: Olgu raporu. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2012;29(3):179-182.

32.Eversole R, Su L, ElMofty S. Benign fibro-osseous lesions of the craniofacial complex: A review. Head Neck Pathol. 2008;2(3):177-202.

33.Odell EW, and Muller S. "Chapter 7: Odontogenic and maxillofacial bone tumours." World Health Organization Classification of tumours editorial board head and neck tumours. 5th ed. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer (2024).

BÖLÜM III

BAŞ VE BOYUN RADYOTERAPİSİ ALAN HASTALARDA GÜNCEL DENTAL YAKLAŞIM

Current Dental Approaches in Patients Receiving Head And Neck Radiation Therapy

Gamze ŞİRİN SARIBAL

(Dr. Öğr. Üyesi) Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı
E-mail: gsaribal@pau.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5191-377X

1. Giriş

Baş ve boyun kanserleri (BBK), ağırlıklı olarak üst solunum sistemi ve sindirim sistemini etkileyen kötü huylu tümörlerdir. Ağız boşluğu, yutak, gırtlak, tükürük bezleri, burun boşluğu ve paranazal sinüsler gibi farklı anatomik yapılarda görülebilirler. Vakaların çoğunluğu, ağız boşluğu, yutak ve gırtlaktaki epitel dokusundan köken alan skuamöz hücreli karsinom (SCC) olarak görülmektedir. (1,2) Tüm BBK'lerin en yaygını ağız boşluğu kanserlerinden oral skuamoz hücreli karsinomdur (OSCC). OSCC, dünya çapında en sık görülen 10 malignite arasında olup, tüm kötü huylu tümörlerin %4'ünü oluşturur. (3) GLOBOCAN 2018 verilerine göre 710.237 yeni BBK vakası bildirilmiştir ve bunların 55.550 tanesi ağız boşluğu yerleşimlidir. (4) GLOBOCAN 2020 verilerine göre ise baş-boyun bölgesinde yaklaşık 931.931 yeni vaka ve 467.125 ölüm olduğu bildirilmiştir. 2018'de toplanan verilerle kıyaslandığında %5'lik bir artış gözlenmektedir. (5) Hasta yönetimi ve tedavi prosedürlerindeki ilerlemeler hastanın yaşam kalitesini büyük ölçüde iyileştirmiş olsa da, BBK'li hastaların genel prognozu, tanı, cerrahi ve postoperatif radyoterapiden (RT) sonraki 5 yıl içinde yaklaşık %50 sağ kalım oranı ile zayıf kalmaya devam etmektedir. (6)

Etiyolojisinde tütün, elektronik sigara, alkol, human papilloma virüsü (HPV), çeşitli meslekler, ağız hijyeni ve sosyoekonomik şartlar gibi faktörler tanımlanmıştır. (7) Sigara içmenin birçok kanser çeşidi ile ilişkisi bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda sigara içme süresi ve yoğunluğunun BBK riskini aynı oranda artırmadığı, ancak etkinin daha uzun sürelerde daha fazla olduğu gösterilmiştir. Yüksek yoğunlukta (günlük içilen sayı) ve uzun süre sigara kullanımı ile hiç sigara içmeyenlere kıyasla ağız boşluğu kanseri için %10'a, gırtlak kanseri için %40'a ulaşan risk artışı bulunmuştur. (8) Son zamanlarda popülerleşen elektronik sigaranın da benzer etkileri olduğu gösterilmiştir. Buhar içeriğini propilen glikol, gliserol, aldehitler, nitrozaminler ve metaller gibi çeşitli maddelerle birlikte nikotin oluşturur. Elektronik sigara ile ağız boşluğu kanserlerinin ilişkilendirilmesinin sebebi, bu maddelerin inhalasyonu ile temas ettiği mukozada hasar meydana gelebilmesidir. (9) Normal tütün içeren sigara ve elektronik sigara kullanıcılarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, oral mukoza lezyonları (nikotinik stomatit, kıllı dil, ağız köşesi stomatiti) elektronik sigara kullanıcılarında daha sık gözlemlenmiştir. (10)

Alkol tüketiminin kanser gelişimine etkisi tam olarak anlaşılamamakla birlikte, metabolize edilen alkolün bir ürünü olan asetaldehitin hücrelerdeki DNA zincirlerine kalıcı olarak zarar verdiği gösterilmiştir. Bununla meydana gelen genetik varyasyonlar ve alkol kullanımına bağlı gelişen beslenme yetersizlikleri ile birlikte kanser oluşumu ilişkilendirilmiştir. (11)

HPV'ler, deri ve/veya mukozadaki bazal epitelyal hücreleri enfekte eden DNA virüsleridir. HPV enfeksiyonu, tütün veya alkol kullanımı gibi geleneksel risk faktörlerinden bağımsız olarak, BBK'lerin belirli bir alt kümesi için önemli bir risk faktörüdür. Dünya çapında, yaklaşık 38.000 BBK vakası HPV'ye atfedilmektedir ve bunların %76'sı orofarenksi, %12'si ağız boşluğunu ve %10'u larinksi etkilemektedir. HPV 16, 18, 31, 33, 35 genotiplerinin malignite açısından yüksek riskli grubu oluşturduğu konusunda uluslararası bir fikir birliği vardır. HPV kaynaklı BBK lezyonlarında genellikle HPV 16 ve 18 genotipleri, E6-E7 antijenleri tespit edilmiştir. (12,13)

Ağız hijyeni göstergeleri ile BBK, alkol tüketimi ve tütün içiminden bağımsız olarak kronik travma ve inflamasyon üzerinden ilişkilendirilmiştir. Travma ve inflamasyon, eş zamanlı hastalık ve/veya ağız hijyeninin ihmal edilmesinden kaynaklanır. İyi ağız hijyeni göstergeleri, ağız boşluğu kanserlerinin tahmini %8,9 gibi küçük bir kısmına katkıda bulunabileceği belirtilmiştir. Ancak özellikle alt çenede beşten fazla eksik diş varlığı ile alt bölgelerdeki OSCC daha büyük oranda ilişkilendirilmiştir. (14)

BBK, küratif cerrahiden sonra tekrarlama riski olan ve postoperatif RT değerlendirmesini gerektiren tümörlerdir. Konum itibarıyla rezeke edilen bölgenin riskli alanları kapsaması ve/veya kritik anatomik bölgelere yakınlığı sebebiyle RT hacimleri çok değişken olabilmektedir. Eksize edilen dokuda 2 mm'den az temiz kenar boşlukları ve ekstranodal uzantılı lenf nodlarının varlığı gibi durumlar onkologların ilave doz planlamasına sebep olabilmektedir. Görülen yan etkiler dozla yakından ilişkilidir ve absorbe edilen dozun 60 Gray (Gy) üzerinde olması durumunda komplikasyon riskinde artış ile sonuçlanır. (15)

2. Radyoterapi Öncesi Dental Yaklaşım

RT öncesinde, oral ve/veya dental komplikasyonlara sebep olan risk faktörlerinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması konusunda bir fikir birliği vardır. Amaç, ilk olarak RT sırasında herhangi bir akut enfeksiyon alevlenmesini engellemek ya da hafifletmek, böylece birincil hastalığın tedavi programındaki olası bir aksamayı engellemektir. (16) Ayrıca RT sırasındaki mukozit, tükürük akış hızının azalması, ağız kuruluğu, mukozal ülserasyon ve enfeksiyonlar, ağrı, tat değişikliği, disfaji ve duyusal bozukluklar gibi akut komplikasyonlar da kompanse edilmeye çalışılır. Osteoradyonekroz (ORN), trismus, diş çürüğü ve periodontal hastalığa karşı artan duyarlılık, yumuşak doku fibrozisi, nöropatik ağrı, duyusal bozukluklar ve laringeal ödem gibi daha uzun dönemde görülebilecek komplikasyonların engellenmesi amaçlanır. (17,18)

2.1. Hasta Eğitimi Ve Ağız Hijyeni

Hasta ve hasta yakınlarının RT'nin yan etkileri, RT'den önce ağız bakımı mantığı ve yaşam boyu sürdürülmesi konularındaki eğitimi birincil hedef olarak düşünülmektedir. Hastalar ağız bakımı açısından motive edilmeli, RT öncesi mevcut ve potansiyel oral enfeksiyon odaklarını kaldırarak gelecekteki diş komplikasyonlarının önlenmesi açısından bilinçlendirilmelidir. Ancak araştırmalar, eğitim türü, zamanlaması ve eğitimi sağlayan ekip konusunda bilgi boşluklarının devam ettiğini göstermiştir. (19) Hastalarda yeterli ağız hijyeni sağlayabilmek amacıyla, rutin dental hijyen uygulamalarına ek olarak dişli hastaların RT ve kemoterapi (KT) öncesi bir hafta boyunca günde iki kez %0,2 konsantrasyonda 10 ml klorheksidin içeren ağız gargarası kullanması tavsiye edilir. (16)

2.2. Beslenme Danışmanlığı

RT güçsüzlük, uyuşukluk, motivasyon eksikliği ve enfeksiyona yatkınlık gibi genel komplikasyonlara neden olur ve çiğneme verimliliğini tehlikeye atarak beslenme eksikliğine, bunun sonucunda kilo kaybına yol açar. Beslenme danışmanlığı ile tedavi sonuçlarını olumlu yönde etkilemek, genel sağlığı korumak ve kilo kaybını en aza indirmek hedeflenir. Hastalara sıvı alımını artırmaları, oda sıcaklığında yumuşatılmış yiyecekler yemeleri, iştah azalması durumunda küçük öğünlerin sıklığını artırmaları ve yemeklerle birlikte yüksek kalorili besin takviyeleri almaları önerilir. Mukozal tahrişe katkıda bulunabilecek gıda maddelerini (asitli ve baharatlı gıdalar gibi) kullanmamaları istenir. (20)

Cerrahi işlemler sonrasında yaklaşık 4 ay süren bir protein katabolizması süreci yaşanır. Kilo kaybının bir kısmının bu katabolizma sonucu kaslardaki kayıptan olduğu düşünülmektedir. Bu durumun kompanse edilebilmesi için protein alımına özen gösterilmelidir. Bunun yanında yara iyileşmesi ve bağışıklık tepkisi için yeterli miktarda proteine ihtiyaç duyulmaktadır. (21)

2.3. Çiğneme Kası Egzersizleri

Hastaların bireysel ağız açıklığı miktarını korumak ve trismus oluşumunu engellemek amacıyla bir takım egzersizler önerilmiştir. Bunlar en fazla 3-5 dakika süren, günde 5-6 tekrardan oluşan ağız açma-kapama hareketleri ve blok ısırma hareketleridir. Ahşap dondurma çubukları veya dil basacakları blok olarak kullanılabilir. Premolar-molar bölgedeki dişlerin üzerine bilateral olarak yerleştirildikten sonra tam bir çiğneme hareketi şeklinde değil, blokları kırmadan hafif kuvvetler uygulanarak ısırma hareketi şeklinde uygulanır. RT öncesi maksimum ağız açıklığı ölçülerek, tedavi süresince aralıklı olarak kontrol edilmelidir. (22)

2.4. Endodontik Tedaviler

RT'den 2-4 hafta önce gerçekleştirilen endodontik tedavinin, bu tedaviyi görmeyenlere kıyasla ORN riskini yaklaşık 5 kat artırdığı bildirilmiştir. Işınlamaya maruz kalmanın pulpa veya periradiküler dokudaki mekanik, kimyasal ve/veya mikrobiyal yaralanmaların iyileşmesini etkileyebileceği düşünülmektedir. Endodontik tedaviden kaynaklanan, diş apeksindeki ince yaranın bile ORN için bir risk faktörü oluşturabileceği belirtilmiştir. (23,24)

2.5. Mevcut Protezlerin Değerlendirilmesi

RT tamamlandıktan sonra, protez yükünü taşıyan mukoza zayıflar, bunun sonucunda hareketli protezlerin kullanımı sırasında ülserasyon ve/veya kanama meydana gelebilir. Hareketli protezler işlevsel ve uygun olarak görülse bile, RT sırasındaki kullanımının yemek yeme ve sosyal etkileşimlerle sınırlı olması önerilir. Protezlerin geceleri takılmaması gerektiği kesinlikle belirtilmelidir. Ayrıca gözenekli yapısı, plak birikimine yatkınlığı ve kandida enfeksiyonu riski nedeniyle protezin uyumunu iyileştirmek için yumuşak astar kullanılmamalıdır. (16,25)

Sabit protezler, RT sırasında ve/veya sonrasında komplikasyon riskini artırabilecek mevcut şikayetler ve defektler açısından değerlendirilir. Gelecekteki protez tasarımı göz önünde bulundurularak, sabit ve/veya hareketli protezlere dayanak oluşturabilecek, hastanın temizleyebileceği konum ve durumda olan stratejik değerdeki dişlerin ağızda tutulması önerilir. (25)

2.6. Cerrahi İşlemler

Radyasyon alanındaki diş çekimleri hastaları ORN riski altına sokar. Ağız boşluğunda ve bitişik dokularda ORN oranlarını düşürmede ilk adım olarak RT öncesi dental işlemlerin tamamlanması düşünülmelidir. Bu nedenle uzun vadede kötü prognoz gösteren dişlerin çekilmesi önerilir. Estetik ve fonksiyonel ihtiyaçlar, protez stabilitesi ve yaşam kalitesinin korunması için tüm vital dişler tutulmaya çalışılmalıdır. Ancak hastanın ağız hijyenini sağlama motivasyonu ne kadar az olursa, RT öncesi diş çekim kararında o kadar agresif olunmalıdır. (16,24,25)

Çekim kararı alınması tavsiye edilen durumlar:

- Şüpheli pulpa durumu, pulpa tutulumu olan derin çürüklü, subgingival çürüklü, sement çürüklü dişler
- Kök kanal tedavisi uygun olmayan dişler (kısa çalışma boyu, kırık kanal aleti varlığı vb.)
- Geniş periapikal lezyonlu dişler
- Orta veya ileri periodontal hastalığa sahip dişler; kök boyunun 2/3'ünü geçen kemik kaybı, grade 2 ve 3 mobilite, grade 2 ve 3 furkasyon tutulumu, 5 mm'den fazla cep derinliği
- Alveolar kemik ile tam olarak çevrilmemiş veya radyolüsensi gösteren rezidüel kökler

• Alveolar kemik ile tam olarak çevrilmemiş veya ağız ortamıyla temas halinde olan yarı gömülü dişler

Literatür bulguları heterojen olmakla birlikte, RT öncesinde yapılan diş çekimleri, RT sırasında ve sonrasında yapılanlara kıyasla daha az ORN riski oluşturur. Bu durum orta düzeyde kanıt kesinliği ile bildirilmiştir. Bu bağlamda diş çekimlerinin RT başlangıcından en az 14 gün önce yapılması önerilir. 14 günden daha kısa bir sürede gerçekleştirilen diş çekimleri de aynı şekilde ORN riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu komplikasyonun önlenmesi amacıyla, işlem sırasında atravmatik veya minimal travmatik prosedürlerin tercih edilmesi, işlem sonrası primer kapama ve alveoplasti yapılması, vazokonstrüktörsüz lokal anestezi kullanılması, profilaktik preoperatif ve postoperatif antibiyotiklerin kullanılması tercih edilir. (16,24-26)

2.7. Periodontal Tedaviler

RT'nin ağız dokularına doğrudan etkilerinin yanında, hiposalivasyon ve yetersiz ağız hijyeni gibi nedenlerle plak birikiminin artması ve ağız mikrobiyotasında meydana gelen değişimler, önceden var olan periodontal hastalığın kötüleşmesine yol açar. Periodontal tedaviler ile plak ve diştaşı gibi lokal etiyolojik faktörlerin mekanik olarak uzaklaştırılması ve ağız boşluğundaki devam eden inflamatuar süreçlerin tersine çevrilmesi amaçlanır. Ancak RT sonrasında, özellikle 3-6 ay sonra, gerçekleştirilen periodontal tedavilerin ORN oluşumu ile önemli ölçüde ilişkili olduğu gösterilmiştir. Radyasyonun sebep olduğu hiposelülarite ve hipovaskülarite, diş destek dokuları, diş eti, periodontal dokular ve kemiği önemli seviyede etkiler. Kanlanması zayıf hale gelen bu dokular, gingival ölçekleme ve subgingival küretaj gibi periodontal mikro travmalara çok daha hassas hale gelir. Bu da ORN için en önemli risk faktörlerinden birini oluşturur. (26,27)

2.8. Florür Uygulaması

Florür uygulaması, ilk planlanmış RT seansından önce başlamalı ve hastaların çoğunda yaşam boyu süren kserostomi tablosu devam edene kadar devam etmelidir. %1 Sodyum florür (NaF) jelinin günlük topikal uygulaması, radyasyon çürüklerini önlemenin güvenilir ve etkili bir yoludur. %0,05 NaF ağız gargarası da günde iki kez kullanıldığında mine demineralizasyonunu önlemede umut verici sonuçlar göstermiştir. (16,22)

3. Radyoterapi Sırasında Ve Sonrasında Dental Yaklaşım

3.1. Mukozit

Mukozitin anatomik dağılımı radyasyon dozu dağılımıyla ilişkili olmakla birlikte, keratinize olmayan oral dokular (bukkal mukoza, lateral dil, yumuşak damak, ağız tabanı) keratinize oral dokulara göre daha fazla duyarlılık gösterir. (18) Antiinflamatuar ilaçlar grubunda benzidaminin RT ve KT kaynaklı mukozitin önlenmesinde etkili olduğu görülmüştür. (28) Topikal oral D vitamini jelinin, oral mukozit gelişimini ve mevcut lezyonlara bağlı ağrı hissini azaltmada yararlı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. (29) Ayrıca düşük seviyeli lazer tedavisinin de RT'ye bağlı mukozite iyileştirici etkileri bulunmaktadır. Bu tedavi lokal olarak mukozaya uygulanan, invaziv olmayan bir yöntemdir. Reaktif oksijen moleküllerini modüle etme ve transkripsiyon faktörlerini aktivasyonu yoluyla dokuda analjezik, antiinflamatuar ve yara iyileştirici bir etki yaratır. Bu da hücre çoğalması ve göçünün artmasına neden olur. (30)

Klorheksidin kullanımı mukozit tedavisinde önerilmemektedir, ancak diş ve dişeti hastalığına sebep olan mikrobiyotayı kontrol etmek için geniş spektrumlu bir antiseptik olarak değerlidir ve sınırlı da olsa antifungal aktiviteye sahiptir. Oral mukozitli hastalarda kullanılırsa alkol içermeyen formülasyonlara ihtiyaç vardır. (18)

3.2. Oral Kandida Enfeksiyonları

RT'ye bağlı oral kandidiyazis psödomembranöz, eritematöz ve ağız köşesi stomatiti şeklinde görülebilir. Beyaz plak benzeri yapılar, mukozanın kızarıklığı ve ağrısı, yanma hissi gibi bulgular görülür. Bu belirti ve semptomlar bugün hala tanı koymak için yardımcı olmaktadır; ancak oral kandidiyazis ile RT kaynaklı oral mukoziti birbirinden ayırmak her zaman mümkün olmamaktadır. Tanı, hiperplastik durumlar dışında genellikle antifungal tedaviye yanıt sonucu netleştirilir. Tedavisinde yaygın olarak kullanılan antifungal ajanlar, günde beş ila altı kez uygulanan nistatin ve amfoterisin B'dir. Yeterli etkinlik için mukoza üzerinde temas süresinin mümkün olduğu kadar uzun (yaklaşık 2 dakika) olması tavsiye edilir. Nistatinin oral durulama formları dahil olmak üzere bazı ürünler yüksek oranda şekerle tatlandırılmıştır ve özellikle hiposalivasyonlu hastalarda çürük riskini artırır. (25,31) Lokal tedavinin başarısız olması durumunda veya immün sistemi baskılanmış yüksek riskli hastalarda onkolog tarafından sistemik tedavi planlanmalıdır. (18)

3.3. Nörosensoriyel Bozukluklar: Mukozal Ağrı Ve Tat Bozukluğu

RT hastalarındaki mukozal ağrıların sebebi inflamasyon, ülserasyon, mukozal atrofi veya mukozal nöropati gibi durumlar olabilir. Mukozal ağrılar, klinik mukozit tablosunun giderilmesinden uzun süreler sonra da devam edebilir. Bir yıllık takipte yaygındır ve yaklaşık hastaların üçte ikisinde bildirilmiştir. Bu durum özellikle mukozal nöropati ile ilişkilendirilir. Nöropati, vücudun bir ya da daha fazla bölümünde ağrı, karıncalanma, uyuşma, güçsüzlük gibi sonuçlar doğuran periferik sinir sistemindeki sinir hasarıdır. Radyasyon kaynaklı nöropatiler, nörotoksisite, iskemi, oksidatif stres ve inflamasyondan kaynaklanabilir. Mukozal ağrı için kanıtlanmış bir profilaksi yoktur, ancak daha az şiddetli mukozit ve ülserasyonun süresinin kısalmasının uzun vadeli mukozal duyarlılık riskini azaltabileceği öngörülmektedir. Mukozit ile ilişkili veya sonrasında devam eden nöropatik ağrının mevcut tedavisi; klonazepam, gabapentin, pregabalin, duloksetin ve trisiklikler gibi nörolojik olarak aktif ilaçlara dayanmaktadır. Lokal duyarlılık görüldüğünde topikal uygulama düşünülebilir. (18,32)

Tat duyusu bozuklukları, RT alan BBK hastalarının %75'inden fazlasında görülür ve takiben iyileşme değişkendir. Bazı vakalarda tedaviden sonraki 2-6 ay içinde iyileşme görülürken, bazılarında değişiklikler hayat boyu devam edebilir. Bu durum yeme isteğini azaltabilir ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir. Tat kaybını önlemek veya yönetmek için henüz etkili bir yaklaşım belirlenememiştir. Marinol, megestrol asetat ve S. Dulcificum gibi olumlu sonuç veren çalışmalar vardır, ancak etkinlikleri henüz kanıtlanmamıştır. (18,33)

3.4. Yumuşak Doku Fibrozisi

Özellikle boyun bölgesine uygulanan radyasyon, damar, sinir ve kas gibi yumuşak dokularda çoklu hasara neden olabilir. RT sonrası yutma disfonksiyonunun (disfaji) nedenleri çok faktörlü olmakla birlikte, büyük ölçüde yutmanın başlaması ve tamamlanmasından sorumlu olan faringeal kaslardaki radyasyon maruziyeti sonucu meydana gelen fibrozis ile ilişkilidir. Dil kaslarındaki hasarın sonucu dil fonksiyonlarını azaltması da bu tabloyu ağırlaştırır. Ayrıca, akut inflamasyon ve ödem ile birlikte yutma sırasında genel güçsüzlük ve kas koordinasyon eksikliğine yol açabilen nörolojik yaralanmalar patogenezde rol oynar. (18,25) Yapılan bir çalışmada bukkal mukoza, dilin lateral ve ventral bölgeleri, dudak mukozası, ağız tabanı ve damağa (kanser lezyonlarının bulunmadığı sağlıklı dokulara) düşük seviyeli lazer uygulanmış ve disfajinin önlenmesi konusunda olumlu sonuçlar bildirilmiştir. (30)

Çiğneme kaslarında, özellikle lateral pterigoidlerde, fibrozis yüksek oranda trismus ile sonuçlanır. Radyasyon veya cerrahiden kaynaklanan skar dokusu, sinir hasarı veya bu faktörlerin bir kombinasyonu da trismus oluşumunda etkilidir. Ana sebepten bağımsız olarak, mandibular hipomobilite kas atrofisi ve temporomandibular eklem dejenerasyonuna yol açacaktır. Bu durumlar da trismus oluşumu için risk faktörüdür. Çalışmalar, sadece 3 gün boyunca standart hareket aralıkları içerisinde hareket edemeyen kaslarda atrofi belirtilerinin başladığını göstermiştir. Benzer şekilde, hareketsiz hale getirilen eklemlerde, sinovyal sıvının akışkanlığının azalması ve kıkırdağın incelmesi dahil olmak üzere eklemde birçok dejeneratif değişiklik oluşmaya başlar. 60 Gy üzerindeki dozlarda bahsedilen doku hasarlarının daha fazla olması sebebiyle, trismus gelişme olasılığı daha yüksektir. (18,34)

BBK hastalarında disfaji ve trismusu azaltmayı amaçlayan egzersizler konusunda, en faydalı egzersiz türü, müdahalenin önleyici olarak mı yoksa bozulmanın başlangıcından sonra mı sunulması gerektiği, optimum egzersiz miktarı gibi birçok noktada bilgi boşluğu vardır. Ancak, önleyici egzersiz protokolüne yüksek uyum gösteren hastalarda olumlu sonuçların alınabildiği bildirilmiştir. (35)

3.5. Kserostomi

RT sonunda, BBK hastalarının %50'sinden fazlasında radyasyon kaynaklı hiposalivasyon (kserostomi) görülür. BBK hastalarında ağrı ile birlikte konuşma, çiğneme, yutma ve uyuma zorluğu gibi durumlara yol açar. Bu tablo tat alma bozukluğu, yetersiz besin alımı, kilo kaybı, çürük, diş kaybı ve periodontal problemlere kadar ilerleyebilir. Hem hastalığın tedavi sürecine hem de yaşam kalitesine olumsuz etkilerde bulunabilir. Sık sık su yudumlamak hastaların çoğunluğu için en popüler ve kolay rahatlama yöntemidir. Ayrıca tükürük yerine kullanılan maddeler (örneğin jeller, spreyler ve ağız gargaraları) veya tükürük uyarıcıları (örneğin sakızlar, sitrik asit tabletleri) dahil olmak üzere çeşitli preparatlar mevcuttur. Bu ürünlerin kullanımı, hastalara semptomatik rahatlama sağlar. Florür veya diğer elementlerle desteklenebilen, şekersiz ksilitol pastilleri kolay ulaşılabilen bir seçenektir. (25,36)

3.6. Oral Mikrobiyota Değişimi

Oral mikrobiyota, olası dengesizlikler patojenlerin hastalıklara yol açmasının önünü açabileceğinden, ağız ekosisteminin dengesini korumada önemli bir işlev görür. Bu nedenle de RT sırasındaki değişiklikler detaylı inceleme

alanı oluşturmuştur. RT sırasında ve sonrasında mantar mikrobiyotasındaki sayı ve çeşitlilik değişiminin oldukça dinamik olduğu bildirilmiştir. Baskın tür olarak fırsatçı patojen C.albicans görülmektedir. Özellikle 60 Gy absorbsiyon dozundan sonra C. krusei, C. parapsilosis, C. tropicalis ve C. glabrata gibi türlerin kolonizasyonunun gelişmesine sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalarda RT öncesinde %20-30 aralığında olan kandida kolonizasyonunun, RT sonrasında %60-80 seviyelerine çıktığı gösterilmiştir. (37)

Supragingival bakteriyel mikrobiyota değerlendirmeleri, RT sonrası S.mutans ve Lactobacillus'un yükselmiş seviyelerini içeren, toplam bakteri sayılarında dikkate değer artışlar göstermiştir. Çoğu S. mutans genotipinin de RT'den sonra kalıcı olduğu bildirilmiştir. Neisseria ve Fusobacterium gibi bazı türlerde ise azalmalar olduğu gözlemlenmiştir. Subgingival bakteriyel mikrobiyotada ise hem RT hem de sonraki takip dönemlerinde, minimal değişiklikler gözlemlenmiştir. İyi bilinen radyasyon çürüklerinin aksine, "radyasyon periodontitisi" için henüz mikrobiyolojik bir kanıt bildirilmemiştir. Tedavi sürecindeki periodontal durumun kötüleşmesi, ağız hijyeni azalması ve kserostomi tabloları ile ilişkilendirilmiştir. (37-39)

RT sonrası yüksek oranda çürük patojeni artışı, yoğun ağız hijyeni bakımının önemini vurgulamaktadır. Bu hastalar için klinik çabalar, kserostomi profilaksisini de içermelidir. Bazı çalışmalar klorheksidin kullanılmasıyla kariyojenik mikroorganizmalarda azalma olduğunu bildirse de, anlamlı sonuç alınamayan çalışmalar da mevcuttur. (37)

3.7. Diş Çürükleri

Mine dokusu, mineral kristallerine ek olarak içinde su da bulunan organik bileşenlere sahiptir. Radyasyon maruziyeti ile içerisindeki su moleküllerinde radyoliz meydana gelir ve kararsız serbest radikaller olan H+ ve OH- molekülleri ortaya çıkar. Serbest radikaller diğer iyonlarla etkileşime girerek o bölgede mineyi zayıflatır. Oklüzal çiğneme kuvvetleri ve fleksiyon kuvvetlerine maruziyet sonucu, zayıflayan mine bölgelerinde çürük lezyonlarının başlayacağı kırık noktalar oluşur. Ayrıca, su kaybıyla mine-sement birleşimi seviyesinde boşluklar ve çatlaklar oluşur. Bu bölgelere karyojenik bakterilerin yapışması ve kolonizasyonu da çürük lezyonlarının başlamasına zemin hazırlar. Başlangıç şeklinin klasik çürük lezyonlarından farklı olması sebebiyle radyasyon kaynaklı çürük lezyonları, klasik çürüklerden farklı olarak servikal bölgelerde, tüberkül tepelerinde ve kesici kenarlarda meydana gelir. (40)

BBK hastalarında çürük lezyonlarının insidansındaki artış, uyarılmış tükürük salgısındaki düşüşle de ilişkilidir. Özellikle parotis bezlerine uygulanan

RT dozu ciddi risk oluşturmaktadır. Submandibular bez maruziyetine ilişkin veriler sınırlı olsa da, bu bezlerin işlevlerinin dental sağlığın korunmasında önemli olduğu öngörülmektedir. Hem tükürüğün yıkayıcı etkisinin azalması hem de bileşiminde bulunan demineralizasyon ajanlarına maruziyetin azalması çürük oluşumuna zemin hazırlar. RT, ağız mikrobiyotasını ve diş dokusu morfolojisini değiştirse de, bu değişiklikler tek başına radyasyon kaynaklı çürük oluşumuna sebep olmamaktadır. Yeterli ağız hijyeni ve diyet gibi, tedavi sürecinde hastaların yeterli özen gösteremediği diğer faktörler ile önlenebilir bir durumdur. (41,42)

RT gören BBK hastalarında radyasyona bağlı çürük oluşumunun önüne geçmek için meydana gelen çatlakların remineralizasyonuna yardımcı olacak flor verniği uygulamaları ve/veya flor içeren gargaraların kullanımı tavsiye edilir. Topikal florüre ek olarak kullanılabilecek, yine dişlerin remineralizasyonunu destekleyecek kazein fosfopeptit (amorf kalsiyum fosfat) içeren diş macunları mevcuttur. (42,43)

3.8. Periodontitis

Radyasyonun periodontal dokular üzerindeki primer etkisi vaskülaritenin azalması ve destekleyici kemiğin yeniden şekillenme ve onarım kapasitesinin bozulmasıdır. Bu durum hastaları periodontal hastalıklara karşı daha duyarlı hale getirir. Tükürük akışının azalması da plak birikimini teşvik eder. Özellikle furkasyon bölgelerinde kontrolsüz ilerleyen periodontal hastalık ORN için zemin hazırlayabilir. Bu nedenle periodontal hastalığa dair herhangi bir bulgunun titizlikle tedavi edilmesi önemlidir. Cerrahi olmayan periodontal tedavilerin profilaksi altında uygulanmasında bir sakınca görülmemiştir. (25,44)

3.9. Osteoradyonekroz

ORN, ışınlanmış kemiğin birincil enfeksiyonu değil, radyasyonun neden olduğu hücresel hasarla oluşan, karmaşık bir metabolik ve homeostatik doku nekrozudur. Mikroorganizmalar ORN'de ikincil rol oynamakla birlikte, travma başlatıcı bir faktör olabilir veya olmayabilir. Patogenezi, radyasyonun bir yumuşak doku olan arterlerde oluşturduğu hasar sonucu, doku içerisinde hiposelüler, hipovasküler ve hipoksik bir ortamın gelişmesi şeklinde açıklanmıştır. Son kaynaklarda ORN, 3 aylık bir süre boyunca iyileşmeyen, kalıcı veya tekrarlayan, tümör kanıtı bulunmayan, açığa çıkmış ve ışınlanmış kemik olarak tanımlanmaktadır. Oluşumu için en önemli risk faktörleri RT öncesi ve/veya sonrası diş çekimleri, alınan RT dozu ve RT tekniğidir. Ayrıca RT öncesi kemik cerrahisi, tümörün boyutu, yeri, evresi, tümörün kemiğe yakınlığı,

zayıf ağız hijyeni, alkol kullanımı ve sigara kullanımı gibi risk faktörleri de tanımlanmıştır. (18,24,45,46) RT'nin tamamlanması ile ORN başlangıcı arasındaki süre ve bu süreyi etkileyen faktörler hakkındaki bilgiler yetersizdir. RT sonrası daha güvenli diş müdahalesi için tanımlanmış bir zaman dilimi bildirilmemiştir. (26)

3.9.1. Klinik Görünüm

ORN lezyonlarının klinik olarak mukozada ülseratif, nekroze ve süpürasyonun bulunduğu, açığa çıkmış pürüzlü ve düzensiz kemik doku şeklinde görülür. Bu tabloya şiddetli ağrı, ağız açma, çiğneme ve konuşma zorlukları gibi semptomlar eşlik eder. Lezyonlar genellikle mandibula gövdesinde, molar-premolar bölgede görülür. (18,46) ORN'nin üç aşamalı klinik evreleme sistemi tanımlanmıştır; (47)

Evre 0: sadece mukozal defektler

Evre I: devamlı mukoza ile nekrotik kemiğin radyografik bulgusu

Evre II: Klinik olarak mukoza devamlılığının kaybı ve açıkta kemik dokusu ile nekrotik kemiğin radyografik bulgusu

Evre III: Görüntüleme teknikleriyle doğrulanan, cilt fistülleri ve enfeksiyonla birlikte, klinik olarak açığa çıkmış nekrotik kemik

3.9.2. Radyografik Bulgular

Rutin dental muayenelerde kullanılan ortopantomografi (OPT), ORN'yi teşhis etmek için kullanılan ilk görüntüleme prosedürüdür. Erken evrelerde genellikle radyografik olarak tespit etmek her zaman mümkün olmamaktadır. İlerleyen dönemlerdeki radyografik değişiklikler belirgin sklerotik sınırları bulunmayan, nekrotik kemik bölgesini temsil eden artmış dansitede, etrafında radyolüsent hat bulunduran karışık radyoopak/radyolüsent lezyonlar şeklindedir. Bu görünüm sekestr varlığını tanımlar. Ayrıca kemik kırıkları da bu tabloya eşlik edebilir. (46,48) Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) bulguları kesin bir tanı için gereklidir. Erken evrelerdeki litik değişiklikleri ve kortikal kemikteki rezorbsiyonu tespit edilebilir. İleri evrelerdeki sklerotik bölgeleri, patolojik kırıkları ve sekestrın daha net bir şekilde izlenmesini sağlar. KIBT görüntüleri ile mevcut lezyonun medikamasyonla ilişkili çene osteonekrozu (MRONJ) ve osteomyelit ile ayırıcı tanısı konulabilir. MRONJ lezyonlarının ORN lezyonlarından daha fazla periostal kemik formasyonları gösterdiği ve ORN lezyonlarında osteomyelite nazaran daha fazla kortikal kemik

rezorbsiyonu olduğu bildirilmiştir. (49) ORN tipik bilgisayarlı tomografi (BT) bulguları arasında, KIBT ile benzer şekilde, kemik sekestrı, patolojik kırıklar, osteoliz, trabeküler yapıdaki değişiklikler ve kortikal kemikteki devamlılığın bozulması bulunur. Ancak BT görüntüleri ile kemikteki lezyona komşu herhangi bir yumuşak doku büyümesi ayırt edilebilir. Bu da yeni bir primer kanser ya da kanserin nüksü açısından değerlendirme fırsatı verir. (46,48) Manyetik rezonans görüntülemede (MRG), T1 ağırlıklı görüntülerde anormal, homojen, düşük kemik iliği sinyal yoğunluğu ve T2 ağırlıklı görüntülerde yüksek sinyal yoğunluğu ile ORN bölgesindeki değişmiş kemik iliğini gösterebilir. Lezyona yakın bölgedeki çiğneme kasları kalınlaştabilir, bu durumda MRG ile ORN daha erken tanımlanabilir. Ancak, bu durumu tümör nüksünden ayırt etmek her zaman mümkün olmayabilir. (50)

3.9.3. Tedavi Yaklaşımı

Erken dönem lezyonlar için bekleme veya gözlem politikası benimsenebilir ancak ilerleme riski vardır. Daha yaygın olarak erken basit cerrahi yaklaşımı tercih edilmektedir. Bu prosedürde nekrotik kemik çıkarılır veya kemik kanaması görünene kadar drilleme yapılır. Sonrasında kemik defektlerini kapatmak için lokal mukozal flepler kullanılır. Patolojik kırıklar ve fistül oluşumları ile sonuçlanan ileri evrelerde ise serbest doku transferleri (fibula kaynaklı), cerrahi rezeksiyon ve rekonstrüksiyon gibi çok daha komplike tedaviler planlanır. Bu durumlarda HBO tedavisi cerrahiye ek olarak tercih edilen bir uygulamadır. (51,52)

3.10.Dental İmplantlar

RT'nin osseointegrasyon sürecini ve implant sağkalım oranlarını nasıl etkilediği konusunda tartışmalar vardır. RT sürecinde implantların nasıl yönetileceğine dair bir kılavuz ya da fikir birliği bulunmamaktadır. Genel yaklaşım, implant osseointegrasyonunun RT öncesi veya sonrasında mümkün olduğu yönündedir. Ancak, radyasyonun hücre ölümü, hücrelerde DNA hasarı, arterite bağlı gelişen dokulardaki hipoksi tablosu, neovaskülarizasyonun azalması ve doku fibrozisi gibi öngörülemeyen biyolojik etkileri, BBK hastalarına yaklaşımı her zaman hassas hale getirmektedir. İmplant kaybı ve/veya ORN riski her durumda göz önünde bulundurulmalıdır. (53)

Lezyonların implant uygulanacak bölgede olmadığı (örneğin gırtlak, yutak, parotis) BBK hastalarında, 70 Gy üstü gibi yüksek RT dozlarında bile

başarılı osseointegrasyonlar bildirilmiştir. Ancak implant bölgesi spesifik dozu, primer tümör lokasyonuna göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle tümörün mandibula ya da maksillada olması durumu implant planlamasını daha karmaşık hale getirmektedir. İmplant uygulanacak bölgede 40 Gy'den az dozlarda, radyasyona bağlı implant başarısızlığı riskinin düşük olduğu (neredeyse sıfır) bildirilmiştir. 40-50 Gy arası orta risk düzeyindedir, 50 Gy üstü ise yüksek risk seviyesine dahil olmaktadır. Bu nedenle cerrahi müdahaleden kaçınılmalıdır. (54,55)

Mevcut implantlar oklüzal travma ve peri-implantitis gibi durumlar açısından BKK hastalarında ORN için risk faktörü oluşturmaktadır. RT'nin yumuşak dokuda meydana getirdiği arterit ve azalmış neovaskülarizasyon tablosu, implant ile etrafındaki yumuşak doku bağlantısında bozulmalara neden olabilir. Mukoza bariyerinin bozulmasıyla bakteri direnci azalan bu bölgede, bakteri kolonizasyonu kolaylaşır ve periimplantitis riskini artar. Bu durum hem implantın kaybına hem de ORN tablosu oluşmasına zemin hazırlar. (55)

RT sonrası implant uygulamalarında konum açısından mandibulaya yerleştirilen implantların maksillaya göre, anterior bölgelere yerleştirilen implantların posteriora göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Zamanlama açısından ise ışınlama sonrası 6-12 aylık dönem, nispeten güvenli bir zaman aralığı olarak görülmüştür. Ancak optimum zamanlama için henüz bilimsel bir kanıt ya da fikir birliği bulunmamaktadır. Etkilenen kemikteki vasküler obliterasyon ve zayıf kanlanma sebebiyle fibrozis ile iyileşme gerçekleşebilmektedir. RT sonrası implant uygulamaları için beklenen sürenin uzaması, fibrozis ile iyileşme sonucu, implantın kaybı ve/veya ORN'ye sebep olabilir. Ancak bu genel yaklaşım da çelişkili olduğu için, hastaya özel yaklaşım önerilir. 50 Gy üstü radyasyon dozu alan veya vaskülarizasyonda azalma (örneğin pozitron emisyon tomografisi bulgularında) olduğu düşünülen hastalar için daha geç dönemlerde, 50 Gy ve altı radyasyon dozu alan hastalarda daha erken dönemlerde implant uygulamaları daha iyi sağkalım oranı sağlayabilir. Yine de BBK hastalarında implant başarısının RT'ye ek olarak KT alımı, implant yerleştirme zamanlaması, maruz kalınan radyasyon dozu, implantla birlikte greft kullanılıp kullanılmaması, hastanın ağız hijyeni, sigara ve/veya alkol kullanımı, protez planlaması ve protez yükleme koşulları gibi birçok faktöre bağlı olduğu unutulmamalıdır. İmplant başarısızlığı, ORN sebebi ya da ORN, implant başarısızlığı sebebi olabilmektedir. (53,57,58)

4. Sonuç

BBK, yaygın olarak görülen ve görülme sıklığı artmakta olan kanserlerden biridir. Hem lezyonların lokasyonu hem de tedavi süreci açısından hastaların yaşam kalitesini oldukça düşürmektedir. Lezyonların dental dokulara yakınlığı, oldukça aktif bir mikrobiyotaya sahip olan oral kavitede lokal girişimsel işlemlerde zorluk yaşatmaktadır. Özellikle ORN komplikasyonu riski, basit dental işlemler için bile klinisyenleri tereddüte düşürmektedir. Halen RT gören BBK hastalarına dental yaklaşım açısından, özellikle cerrahi girişimlerde, bilimsel kesinliğe ulaşmış bir yaklaşım ya da kılavuz bulunmamaktadır. Bahsedilen yaklaşımlar, literatürde büyük oranda kabul edilmiş görüşlere dayanmaktadır. RT sırasında hastanın yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan palyatif yaklaşımlar ve mümkün olan maksimum seviyede ağız hijyeninin sağlanması en temel ve kolay uygulamalardır. RT öncesi daha radikal kararlar almak, tedavi sürecindeki akut enfeksiyon/ağrı riskini azaltmakta daha etkili bir yöntem olarak gözükmektedir. ORN riski ve implant uygulamalarında hastanın aldığı radyasyon dozuna göre hareket etmek daha anlamlı olmaktadır.

Kaynakça

1. Jou A, Hess J. Epidemiology and molecular biology of head and neck cancer. Oncol Res Treat. 2017;40(6):328-332.

2. Prado-Pena I.B, Somoza-Martin J.M, García-Carnicero T. Osseointegrated dental implants that will undergo radiotherapy. Does risk of osteoradionecrosis exist? A scoping review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2024;138(5):594-560.

3. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, ve ark. Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018. Eur J Cancer. 2018;103:356-387.

4. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, ve ark. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2018;68(6):394-424.

5. Sung H, Ferlay J, Siegel R.L, ve ark. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2021;71(3):209-249.

6. Baxi SS, Pinheiro LC, Patil SM, Pfister DG, Oeffinger KC, Elkin EB. Causes of death in long-term survivors of head and neck cancer. Cancer. 2014;120(10):1507-1513.

7. Aupérin A. Epidemiology of head and neck cancers: an update. Curr Opin Oncol. 2020;32(3):178-186.

8. Vlaanderen J, Portengen L, Schüz J, ve ark. Effect modification of the association of cumulative exposure and cancer risk by intensity of exposure and time since exposure cessation: a flexible method applied to cigarette smoking and lung cancer in the SYNERGY Study. Am J Epidemiol. 2014;179(3):290-298.

9. Ralho A, Coelho A, Ribeiro M, ve ark. Effects of Electronic Cigarettes on Oral Cavity: A Systematic Review. J Evid Based Dent Pract. 2019;19(4):101318.

10. Bardellini E, Amadori F, Conti G, Majorana A. Oral mucosal lesions in electronic cigarettes consumers versus former smokers. Acta Odontol Scand. 2018;76(3):226-228.

11. Scoccianti C, Straif K, Romieu I. Recent evidence on alcohol and cancer epidemiology. Future Oncol. 2013;9(9):1315-22.

12. Sabatini ME, Chiocca S. Human papillomavirus as a driver of head and neck cancers. Br J Cancer. 2020;122(3):306-314.

13. Muñoz N, Castellsagué X, Berrington de González A, ve ark. Chapter 1:HPV in the etiology of human cancer. Vaccine. 2006;24(3):1-10.

14. Hashim D, Sartori S, Brennan P, ve ark. The role of oral hygiene in head and neck cancer: results from International Head and Neck Cancer Epidemiology (INHANCE) consortium. Ann Oncol. 2016;27(8):1619-25.

15. Porceddu SV, Daniels C, Yom SS, ve ark. Head and neck cancer international group (HNCIG) consensus guidelines for the delivery of postoperative radiation therapy in complex cutaneous squamous cell carcinoma of the head and neck (cSCCHN). Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2020;107(4):641-651

16. Jawad H, Hodson NA, Nixon PJ. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: part1. Br Dent J. 2015;218:65-68.

17. Gharzai LA, Mierzwa ML, Peipert JD, ve ark. Monitoring adverse effects of radiation therapy in patients with head and neck cancer: The FACT-HN-RAD patient-reported outcome measure. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2023;149(10):884-890.

18. Sroussi HY, Epstein JB, Bensadoun RJ, ve ark. Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. Cancer Med. 2017;6(12):2918-2931.

19. Epstein JB, Smith DK, Villines D, ve ark. Patterns of oral and dental care education and utilization in head and neck cancer patients. Support Care Cancer. 2018;26(8):2591-2603.

20. Sandmael JA, Sand K, Bye A, ve ark. Nutritional experiences in head and neck cancer patients. Eur J Cancer Care (Engl). 2019;28(6):e13168

21. Gillis C, Carli F. Promoting Perioperative Metabolic and Nutritional Care. Anesthesiology. 2015;123(6):1455-1472

22. Bhandari S, Soni BW, Jamwal A, ve ark. Oral and dental care before radiotherapy: Guidelines and development of a time-bound protocol. Indian J Cancer. 2022;59(2):159-169

23. Kojima Y, Yanamoto S, Umeda M, ve ark. Relationship between dental status and development of osteoradionecrosis of the jaw: a multicenter retrospective study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2017;124(2):139-145

24. Huang YF, Liu SP, Muo CH, ve ark. The association between dental therapy timelines and osteoradionecrosis: a nationwide population-based cohort study. Clin Oral Investig. 2020;24(1):455-463.

25. Jawad H, Hodson NA, Nixon PJ. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: part2. Br Dent J. 2015;218(2):69-74.

26. Beaumont S, Bhatia N, McDowell L, ve ark. Timing of dental extractions in patients undergoing radiotherapy and the incidence of osteoradionecrosis: a systematic review and meta-analysis. Br J Oral Maxillofac Surg. 2021;59(5):511-523.

27. Owosho AA, Tsai CJ, Lee RS, ve ark. The prevalence and risk factors associated with osteoradionecrosis of the jaw in oral and oropharyngeal cancer patients treated with intensity-modulated radiation therapy (IMRT): The Memorial Sloan Kettering Cancer Center experience. Oral Oncol. 2017;64:44-51.

28. Rastogi M, Khurana R, Revannasiddaiah S, ve ark. Role of benzydamine hydrochloride in the prevention of oral mucositis in head and neck cancer patients treated with radiotherapy (>50 Gy) with or without chemotherapy. Support Care Cancer. 2017;25(5):1439-1443.

29. Bakr IS, Zaki AM, El-Moslemany RM, Elsaka RO. Vitamin D oral gel for prevention of radiation-induced oral mucositis: A randomized clinical trial. Oral Dis. 2021;27(5):1197-1204.

30. Gautam AP, Fernandes DJ, Vidyasagar MS, Maiya AG, Vadhiraja BM. Low level laser therapy for concurrent chemoradiotherapy induced oral mucositis in head and neck cancer patients - a triple blinded randomized controlled trial. Radiother Oncol. 2012 Sep;104(3):349-54

31. Chitapanarux I, Wongsrita S, Sripan P, ve ark. An underestimated pitfall of oral candidiasis in head and neck cancer patients undergoing radiotherapy: an observation study. BMC Oral Health. 2021;21(1):353.

32. Hovan AJ, Williams PM, Stevenson-Moore P, ve ark. A systematic review of dysgeusia induced by cancer therapies. Support Care Cancer. 2010;18(8):1081-1087.

33. Thorne T, Olson K, Wismer W. A state-of-the-art review of the management and treatment of taste and smell alterations in adult oncology patients. Support Care Cancer. 2015;23(9):2843-2851.

34. Bensadoun RJ, Riesenbeck D, Lockhart PB, Elting LS, Spijkervet FK, Brennan MT. A systematic review of trismus induced by cancer therapies in head and neck cancer patients. Support Care Cancer. 2010;18(8):1033-8.

35. Petersson K, Finizia C, Pauli N, Tuomi L. Preventing radiation-induced dysphagia and trismus in head and neck cancer-A randomized controlled trial. Head Neck. 2025;47(1):159-174.

36. Murphy Dourieu E, Lisiecka D, Evans W, Sheahan P. Xerostomia: a silent burden for people receiving palliative care - a qualitative descriptive study. BMC Palliat Care. 2025;24(1):1

37. Kwiatkowski D, Schuch LF, Klaus NM, Martins MD, Hilgert JB, Hashizume LN. Oral microbiota in head and neck cancer patients during radiotherapy: a systematic review. Support Care Cancer. 2025;33(2):127

38. Meng L, Liu J, Peng B, ve ark. The persistence of Streptococcus mutans in nasopharyngeal carcinoma patients after radiotherapy. Caries Res. 2005;39(6):484-9

39. Al-Nawas B, Grötz KA. Prospective study of the long term change of the oral flora after radiation therapy. Support Care Cancer. 2006;14(3):291-6

40. Guzmán S, López P, Cortés O. Effect of application of dental varnishes on the properties and chemical composition in irradiated teeth. Spec Care Dentist. 2025;45(1):e13075

41. Conquista CM, Braga AS, Francese MM, ve ark. Effect of 70 Gy tumor therapeutic radiation applied intermittently or directly on microcosm biofilm composition and dental hard tissues and its potential to cause dental caries. J Dent. 2025;156:105678.

42. Brennan MT, Treister NS, Sollecito TP, ve ark. Dental Caries Postradiotherapy in Head and Neck Cancer. JDR Clin Trans Res. 2023;8(3):234-243.

43. Deng J, Jackson L, Epstein JB, Migliorati CA, Murphy BA. Dental demineralization and caries in patients with head and neck cancer. Oral Oncol. 2015;51(9):824-31.

44. Ito K, Takumi K, Meibom SK, ve ark. Risk assessment of osteoradionecrosis associated with periodontitis using 18F-FDG PET/CT. Eur J Radiol. 2020;132:109259

45. Balermpas P, van Timmeren JE, Knierim DJ, Guckenberger M, Ciernik IF. Dental extraction, intensity-modulated radiotherapy of head and neck cancer, and osteoradionecrosis: A systematic review and meta-analysis. Strahlenther Onkol. 2022;198(3):219-228

46. Chronopoulos A, Zarra T, Ehrenfeld M, Otto S. Osteoradionecrosis of the jaws: definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings. A concise review. Int Dent J. 2018;68(1):22-30

47. Støre G, Boysen M. Mandibular osteoradionecrosis: clinical behaviour and diagnostic aspects. Clin Otolaryngol Allied Sci. 2000 Oct;25(5):378-84

48. Deshpande SS, Thakur MH, Dholam K, Mahajan A, Arya S, Juvekar S. Osteoradionecrosis of the mandible: through a radiologist's eyes. Clin Radiol. 2015;70(2):197-205

49. Gaêta-Araujo H, Vanderhaeghen O, Vasconcelos KF, ve ark. Osteomyelitis, osteoradionecrosis, or medication-related osteonecrosis of the jaws? Can CBCT enhance radiographic diagnosis? Oral Dis. 2021;27(2):312-319.

50. Mohamed ASR, He R, Ding Y, ve ark. Quantitative dynamic contrast-enhanced MRI identifies radiation-induced vascular damage in patients with advanced osteoradionecrosis: Results of a prospective study. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2020;108(5):1319-1328.

51. Dhanda J, Pasquier D, Newman L, Shaw R. Current concepts in osteoradionecrosis after head and neck radiotherapy. Clin Oncol (R Coll Radiol). 2016;28(7):459-66.

52. Lee M, Chin RY, Eslick GD, Sritharan N, Paramaesvaran S. Outcomes of microvascular free flap reconstruction for mandibular osteoradionecrosis: A systematic review. J Craniomaxillofac Surg. 2015;43(10):2026-33.

53. Somay E, Yılmaz B, Topkan E, Pehlivan B, Selek U. Radiotherapy and dental implant applications in patients with head and neck cancer. Australia: Exon Publications; 2023:117-131.

54. Pieralli S, Spies BC, Schweppe F, ve ark. Retrospective long-term clinical evaluation of implant-prosthetic rehabilitations after head and neck cancer therapy. Clin Oral Implants Res. 2021;32(4):470-486.

55. Li J, Feng K, Ye L, Liu Y, Sun Y, Wu Y. Influence of radiotherapy on dental implants placed in individuals before diagnosed with head and neck cancer: focus on implant-bed-specific radiation dosage. Clin Oral Investig. 2022;26(9):5915-5922.

56. Buddula A, Assad DA, Salinas TJ, Garces YI, Volz JE, Weaver AL. Survival of dental implants in irradiated head and neck cancer patients: a retrospective analysis. Clin Implant Dent Relat Res. 2012;14(5):716-22.

57. Gorjizad M, Aryannejad M, Shahriari A, ve ark. Osteoradionecrosis Incidence and Dental Implant Survival in Irradiated Head and Neck Cancer Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Spec Care Dentist. 2025;45(2):e70022.

58. Claudy MP, Miguens SA Jr, Celeste RK, Camara Parente R, Hernandez PA, da Silva AN Jr. Time interval after radiotherapy and dental implant failure: systematic review of observational studies and meta-analysis. Clin Implant Dent Relat Res. 2015;17(2):402-11

BÖLÜM IV

RADYASYON GÜVENLİĞİ VE DİŞ HEKİMLİĞİ

Radiation Safety and Dentistry

Gülfem ÖZLÜ UÇAN

(Dr. Öğr. Üyesi), İstanbul Gelişim Üniversitesi,
E-mail: dtgulfemozlu@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0720-3447

1. Giriş

Evrende, canlı veya cansız tüm varlıkları oluşturan en küçük yapı birimi atomlar olarak bilinmektedir Atomlar, elementlerin tüm kimyasal özelliklerini barındırmaktadır. Atomun teorik olarak, pozitif yüklü bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönmekte olan ve negatif yüke sahip elektronlardan meydana geldiği bilinmektedir. Çekirdek yapısı ise nükleon isimli pozitif yüklü proton ve nötr haldeki nötronlardan oluşmaktadır. Ağır elementler kararsız hale gelmektedir. Bu nedenle kararlı yapıya dönüşmek için daha küçük atomlara dönüşmek suretiyle parçalanmaktadır. Bu parçalanma olayı sırasında parçacıklarla birlikte enerji dalgaları meydana gelmektedir. Kararsız atomların radyasyon yayarak fazla kararlı hale geçmelerine radyoaktif parçalanma veya radyoaktivite adı verilmektedir (1).

Radyasyon doğal ve yapay kaynaklardan meydana gelebilmektedir. Doğal radyasyonun en iyi bilinen örneği, güneşten dünyamıza ulaşan ışınlardır (2).

Radyasyon günümüzde insan hayatına birçok alanda fayda sağlamaktadır. Radyasyonun kullanım alanları;

- Hastalıkların tanısı ve tedavisi,
- Çiftlik hayvanlarının sağlığının korunması,
- Su kaynaklarının geliştirilmesi,
- Zararlı haşerelerden kurtulma,

- Yiyeceklerin korunması,
- Endüstriyel kalite kontrolünün güçlendirilmesi,
- Doku sterilizasyonu,
- Tıbbi malzemelerin üretilmesi ve sterilizasyonu,
- Polimer sanayi uygulamaları,
- Çevre uygulamaları,
- Radyasyon teknolojisiyle üretilen endüstriyel ürünler olarak ifade edilebilir (3).

2. Radyasyonun Tarihçesi

X-ışınlarının 1895 yılında keşfi, bu ışınların tanı amacıyla tıp alanında kullanılmasına ve böylece radyoloji biliminin ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. Radyoloji, iyonizan radyasyonun ve radyoaktif maddelerin tanı (diagnostik radyoloji) ve tedavi (radyoterapi) alanlarında kullanımını inceleyen tıbbi bir disiplindir. Bu iki uygulama alanı ortak olarak iyonize ışınlardan yararlansa da günümüzde diagnostik radyoloji ve radyoterapi olarak iki ayrı dal haline gelmiştir (4).

Modern kullanımda "radyoloji" terimi genellikle yalnızca diagnostik radyolojiyi ifade etmektedir. Bu bağlamda radyoloji; X-ışınları, ses dalgaları ve diğer yöntemleri kullanarak hastalıkların tanısını koymaya yönelik tıbbi görüntüleme uygulamalarını kapsamaktadır (4).

19. yüzyılın sonlarında, iki elektrotlu tüpler aracılığıyla gazlar içerisindeki elektrik iletimini inceleyen pek çok fizikçi çeşitli deneyler yürütmüştür. Alman fizikçi Johann Wilhelm Hittorf, floresans olgusunu araştırmak amacıyla vakum tüpleri kullanmış, 1870'te yaptığı deneylerde katottan çıkan ışınların doğrusal bir yol izlediğini ve tüp duvarında yeşil renkli bir ışımaya neden olduğunu gözlemlemiştir. Bu ışınlara "katot ışınları" adı verilmiştir.

1870'lerin sonlarında İngiliz kimyacı William Crookes, vakum tüplerini yeniden tasarlayarak daha düşük basınçta ve yüksek voltaj altında yeni gözlemler yapmıştır. Katottan anoda yönelen akımın, cam tüp duvarlarında yeşil renkli bir ışıma oluşturduğu ve bir engel konduğunda gölge düşürdüğü görülmüştür. Bu durum, katot ışınlarının doğrusal yayıldığını ve gözle görülemediğini göstermiştir (4).

Bu çalışmalardan ilhamla, Alman fizik profesörü Wilhelm Conrad Röntgen 8 Kasım 1895'te Wurzburg Üniversitesi Fizik Enstitüsü'nde gerçekleştirdiği deney sırasında karanlık ortamda beklenmedik bir floresans fark etti. Hittorf-Crookes tüpünü kağıtla sararak yaptığı deneyde, baryum platinosiyanür kaplı

bir levhanın metrelerce uzakta parladığını gözlemledi. Voltajı kestiğinde bu parıltı kayboldu; yeniden uygulandığında ise tekrar belirdi (4).

Bu gözlemi üzerine Röntgen, tüpten yayılan katot ışınları dışında başka bir radyasyon türünün mevcut olduğunu düşündü ve doğası bilinmeyen bu yeni ışını "X-ışını" olarak adlandırdı. Sonraki çalışmaları, X-ışınlarının katot ışınlarının maddeye çarptığında oluştuğunu ve farklı özelliklere sahip olduğunu ortaya koydu. Bu ışınlar daha sonra "Röntgen ışınları" olarak anılmıştır.

Röntgen, Aralık 1895'te buluşuyla ilgili gözlemlerini "Yeni Bir Işın Hakkında Geçici Bildiri" başlığıyla yayımlamış, bu bildiri 23 Ocak 1896'da Würzburg Fiziksel Tıp Derneği'nde sunulmuştur. Sunum sırasında Dr. V. Kölliker'in el kemiklerinin radyografik görüntüsü alınmıştır. Röntgen bu çığır açıcı buluşu sayesinde 1901 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüştür.

X-ışınlarının keşfi bilim dünyasında eşi benzeri görülmemiş bir hızla kabul görmüş, sadece bir yıl içinde konuya dair 1000'in üzerinde çalışma yayımlanmıştır. İlk röntgen cihazı da 1896 yılında üretilmiştir (4).

Türkiye'de X-ışınlarını ilk kullanan kişi, Galatasaray Lisesi fizik ve matematik öğretmeni Mösyö Izuar'dır. 3 Temmuz 1896 tarihli Servet-i Fünun dergisinde yayımlanan habere göre, Mösyö Izuar bir cüzdan içindeki madeni parayı X-ışınları ile görüntülemeyi başarmış, ayrıca 11 yaşındaki oğlunun el kemiklerini fotoğraf plağına kaydetmiştir (4).

Diş hekimliğinde ilk dental radyografiyle ilgili kesin bir belge bulunmamakla birlikte, bazı kaynaklara göre diş hekimi Otto Walkhoff, Ocak 1896'da Röntgen'e başvurarak kendi dişlerinin görüntülenmesini istemiştir. Yaklaşık 25 dakika süren pozlama ile elde edilen bu görüntü, diş hekimliği tarihindeki ilk dental radyografi olarak kabul edilmektedir. Şubat 1896'da Almanya'da Walkhoff ve Prof. Wilhelm Koenig, İngiltere'de ise Frank Harrison X-ışınlarını kullanarak diş görüntüleri elde etmişlerdir.

Dental radyoloji eğitimi ilk kez 1909–1910 eğitim-öğretim döneminde, ABD Indiana Üniversitesi'nde Prof. Howard Riley Raper tarafından verilmiştir. Bu alandaki ilk kitap da 1913 yılında yine Raper tarafından yayımlanmıştır (4).

3. Radyasyonun Sınıflandırılması

Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya elektrik yüklü parçacıklar olmak suretiyle enerjinin boşluğa, bir ortama veya uzaya yayılması olarak ifade edilmektedir.

Radyasyon, elektromanyetik radyasyon ya da parçacık radyasyonu olmak üzere iki grupta incelenir. Ayrıca radyasyon, madde ile ilişkisine

göre de iyonlaştırıcı olan ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak sınıflandırılmaktadır (5).

İyonlaştırıcı radyasyon:

İyonlaştırıcı radyasyon, madde ile etkileşime girdiği takdirde maddede iyon çiftleri oluşturma potansiyeline sahip parçacık tipi veya elektromanyetik karakterdeki radyasyonlara verilen isimdir (6).

İyonlaştırıcı radyasyonlar, bulundukları ortamdan geçerken atom ya da atom gruplarının elektron almasına veya kaybetmesine yol açabilmektedir. Bu etkileşim sonucunda pozitif ya da negatif yüklü iyonlar oluşmaktadır (2).

İyonlaştırıcı radyasyonlar, özelliklerine göre iki ana gruba ayrılır: dalga karakteri taşıyanlar ve parçacık yapısında olanlar. Dalga özelliği gösteren radyasyonlara X-ışınları ve gama ışınları örnek verilebilir. Parçacık özelliği taşıyan radyasyonlara ise alfa ve beta parçacıkları örnek olarak gösterilir. X-ışınları ve gama ışınları dalga karakterli olduklarından vücut dokularından kolayca geçebilirler, bu nedenle genellikle ciddi bir iç radyasyon riski oluşturmazlar. Buna karşın, alfa ve beta parçacıkları daha büyük kütlelere sahip oldukları için havada uzun mesafeler kat edemezler ve dış ortamda tehlikeleri sınırlıdır. Ancak bu parçacıkların solunum, sindirim ya da açık yaralar yoluyla vücuda alınmaları durumunda, ciddi iç radyasyon tehditleri ortaya çıkabilir (2).

Alfa (α) Parçacıkları: Alfa parçacıkları, atom çekirdeğinde proton ve nötron fazlalığından kaynaklanan kararsızlık sonucu meydana gelen bozunmalar sırasında açığa çıkar. Bu parçacıklar, iki proton ve iki nötrondan oluşan, oldukça yüksek kinetik enerjiye sahip ağır taneciklerdir. Havadaki menzilleri yaklaşık 4 cm olup, biyolojik dokuda ise bu mesafe yaklaşık 0,003 mm ile sınırlıdır. Bu kısa menzil nedeniyle alfa parçacıkları, cilt yüzeyini geçememekte ve dıştan maruziyet durumlarında genellikle risk oluşturmamaktadır. Ancak, solunum, yutma ya da açık yara yoluyla vücut içine alınmaları halinde ciddi iç radyasyon tehlikesi yaratabilirler (1).

Beta (β) Parçacıkları: Beta parçacıkları, radyoaktif bozunma sürecinde çekirdekten fırlayan yüksek hızlı elektronlardır ve negatif yüklüdürler. Alfa parçacıklarına kıyasla daha düşük kütleye ve daha uzun menzile sahiptirler, ayrıca çevresel materyallerle daha az etkileşim gösterirler. Bu özellikleri sayesinde, ince metal ya da plastik tabakalar gibi nispeten hafif materyallerle durdurulabilirler. Ancak, alfa parçacıkları gibi, vücuda oral yolla veya inhalasyon yoluyla alındıklarında biyolojik olarak zararlı etkiler oluşturabilirler (7).

X-Işınları: X-ışınları, yüksek enerjili elektronların metal hedeflere çarpması sonucu oluşan elektromanyetik dalgalardır. Yüksek penetrasyon gücüne sahip olmaları nedeniyle vücut dokularından geçebilirler. Bu özelliklerinden dolayı tıpta tanı ve tedavi amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır (2).

Gama (γ) Işınları: Gama ışınları, ilk kez 1900 yılında P. Villard tarafından uranyum elementi üzerindeki çalışmalar sırasında keşfedilmiştir. Bu ışınlar, radyoaktif çekirdekler tarafından ya da bazı nükleer reaksiyonlar sırasında yayılan yüksek enerjili elektromanyetik dalgalardır. Elektriksel yük taşımadıkları için elektrik ve manyetik alanlardan etkilenmezler. Gama ışınlarının kaynağı nükleer kökenlidir; bu yönüyle elektron kökenli X-ışınlarından ayrılır. Yüksek penetrasyon kapasiteleri nedeniyle, yoğun ve kalın kurşun levhalar ya da benzeri ağır materyallerle zayıflatılabilirler (7).

4. İyonlaştırıcı Radyasyonun Organizma Üzerindeki Etkileri ve Sağlık Riskleri

İyonlaştırıcı radyasyonun biyolojik organizmalarda oluşturduğu etkiler akut ve kronik olmak üzere iki ana grupta incelenir.

Akut etkiler, radyasyona maruz kalındıktan kısa bir süre sonra klinik belirtilerle ortaya çıkar. Bu etkiler, alınan doz düzeyine bağlı olarak; santral sinir sistemi sendromu (≥100 Sv), gastrointestinal sendrom (10–100 Sv) ve hematopoietik sendrom (2–10 Sv) şeklinde sınıflandırılır. Bu sendromların her biri, belirli eşik dozların aşılmasıyla meydana gelir ve genellikle ölümcül seyirlidir (8).

Kronik etkiler ise genellikle hücre ölümüyle sonuçlanmayan fakat hücresel düzeyde, özellikle DNA yapısında, onarılamayan hasarların birikimi sonucunda zamanla ortaya çıkar. Bu etkiler arasında kanserojenik etkiler, genetik mutasyonlara bağlı kalıtsal etkiler ve ömür kısaltıcı etkiler yer alır. Canlıların genetik ve somatik özelliklerinin kromozomlar aracılığıyla taşındığı göz önüne alındığında, radyasyonun kromozomal düzeyde oluşturduğu hasarlar hem günümüz hem de gelecek nesillerin sağlığı açısından kritik öneme sahiptir (8).

İyonize radyasyon, biyolojik sistemlerde hem somatik hem de genetik düzeyde etkilere neden olur. Somatik etkiler, esas olarak üreme hücreleri dışındaki somatik hücrelerde meydana gelir ve deterministik ya da stokastik etki mekanizmalarıyla gelişir (9).

Deterministik etkiler, genellikle yüksek dozda radyasyona maruz kalma sonucu ortaya çıkar. Bu etkilerin oluşması için belirli bir eşik doz gereklidir

ve doz arttıkça etkinin şiddeti de artar. Deterministik etkiler arasında akut radyasyon sendromu, radyasyon yanıkları, fibrozis, nekrozis ve sklerozis gibi geç dönem etkiler sayılabilir. Ayrıca, prenatal dönemde maruz kalındığında radyoaktif intoksikasyon, mental retardasyon ve teratojenik malformasyonlar gibi gelişimsel bozukluklar gözlenebilir (9,10).

Stokastik etkiler ise düşük dozda ancak uzun süreli radyasyon maruziyetiyle ilişkilidir. Bu etkiler için bir eşik doz değeri bulunmamaktadır. Doz arttıkça biyolojik etkinin ortaya çıkma olasılığı artar; ancak etkilerin şiddeti dozla orantılı değildir. Stokastik etkiler sonucunda lösemi, akciğer, gastrointestinal sistem ve tiroid kanserleri gibi maligniteler görülebilir. Genetik etkiler ise esas olarak üreme hücreleri üzerinde ortaya çıkar. Radyasyona bağlı genetik mutasyonlar sonucunda, kalıtsal olarak nesiller boyunca aktarılabilen genotipik değişiklikler meydana gelir. Bu tür etkiler, doğrudan ışınlanan bireyde değil, ancak onun soyunda ortaya çıkar. Genetik etkinin gelişebilmesi için etkilenen hücrenin hayatta kalması ve döllenmeye katılması gereklidir (9,10).

İyonlaştırıcı radyasyonun en belirgin gecikmiş somatik etkisi, karsinogenezdir. Karsinogenez süreci, birçok faktörden etkilenebilir. Bu faktörler arasında şunlar yer almaktadır (11).

- Radyasyonun dozu ve maruziyetin yayılım şekli
- Radyasyonun fiziksel ve biyolojik kalitesi
- Maruz kalınan andaki bireyin yaşı
- Etkilenen dokunun radyosensitivite derecesi
- Cinsiyet
- Genetik yatkınlık
- Sigara kullanımı
- Diyetsel alışkanlıklar
- Diğer kimyasal ajanlarla eşzamanlı maruziyet (11).

5. Sağlık Alanında Radyasyon Uygulamaları

Radyasyon günümüzde birçok parametreye göre gruplandırılmaktadır. Özellikle tıbbi alanlardaki teknolojik gelişmelerle birlikte, radyasyon sağlık alanında tanı ve tedavi amacıyla sıklıkla kullanılmakta; radyoloji, nükleer tıp ve radyoterapi uygulamaları gibi önemli ana bilim dallarının temelini oluşturmaktadır (12).

Tanısal Radyoloji:

Hâlen yaygın olarak kullanılan ve tanıya yardımcı olan X ışınları temelli düz grafiler, tanısal radyolojide başlangıç noktasını oluşturmaktadır. X ışınları; skopi, bilgisayarlı tomografi, mamografi, kemik yoğunluk ölçümü, anjiyografi ve mikrofilm gibi farklı cihazlarla da kullanılmaktadır (12,13). Skopi, yüksek oranda iyonize radyasyon içerdiğinden, maruz kalan hasta ve sağlık çalışanları için oldukça zararlıdır. Bu nedenle skopi kullanımı sırasında güvenlik önlemlerinin alınması büyük önem taşımaktadır (14).

Nükleer Tıp Uygulamaları:

Nükleer tıp, radyofarmasötiklerle tanısal görüntüleme ve tedavi yöntemlerini içermektedir. Tanı amacıyla gamma ışını yayan radyonüklidler; tedavi amacıyla ise beta veya alfa ışını yayan radyoizotoplar kullanılmaktadır. Bu yöntemde, vücuda verilen maddenin radyasyonla etkileşime girmesi gerekmektedir (15,16).

Nükleer tıp işlemleri, sintigrafik görüntüleme adı verilen bir teknikle gerçekleştirilmektedir. Vücuda verilen radyofarmasötiklerden yayılan gamma ışınları, dışarıdan gelen detektörlerle görüntü haline getirilir. Kalp, böbrek, akciğer, karaciğer, kemik iliği, beyin perfüzyonu ve tiroit sintigrafileri gibi birçok organın tanısal değerlendirmesi nükleer tıp birimlerinde yapılabilmektedir (17).

Nükleer tıpta hastalara genellikle enjeksiyon, yutma veya solunum yoluyla az miktarda radyoaktif madde verilir. Bu radyoizotoplar; Teknesyum-99m, İndiyum-111, İyot-123, F-18 FDG gibi radyonüklidleri içermekte olup genellikle gama ışınları yayarlar. Bu ışınlar gama kameraları kullanılarak algılanır ve görüntüleme sürecinde değerlendirilir (16,18).

6. Radyasyon Güvenliği

Radyasyon kullanımı, risklerin en aza indirildiği ve faydaların en üst düzeye çıkarıldığı bir denge içerisinde gerçekleştirilmelidir. Bu bağlamda, Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu'nun (ICRP; International Commission on Radiological Protection) belirlediği üç ana ilke; gerekçelendirme, optimizasyon ve doz sınırlandırmasıdır (19,20).

Gerekçelendirme ilkesi, radyasyonun uygulanmasının net bir yarar sağlamadığı durumlarda bu işlemin yapılmasını uygun görmez. Bu ilke, radyasyonla yapılan işlemin hasta için sağlayacağı kazanımı değerlendirerek müdahalenin gerekliliğini sorgular. Örneğin, tıbbi amaçla gerçekleştirilen ancak

hastaya anlamlı bir katkı sunmayan radyolojik uygulamalardan kaçınılmalıdır (20,21,22).

Optimizasyon, risk ve fayda analizinden sonra mümkün olan en düşük radyasyon dozunun tercih edilmesini hedefler (As Low As Reasonably Achievable – ALARA). Bu yaklaşım, kullanılan ekipmanların ve yöntemlerin etkinliğini en üst düzeyde tutarak güvenli bir uygulama ortamı oluşturmaktadır. Ayrıca, sistemlerin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi ve olası hataların önlenmesiyle gereksiz radyasyon maruziyeti azaltılmalıdır (20,23,24).

Doz sınırlamaları, radyasyon dozunun belirlenmiş güvenli eşik değerler içerisinde kalmasını amaçlar. Bu sınırlar, başta kanser ve kalıtsal hastalıklar olmak üzere olumsuz sağlık etkilerini sınırlamak için belirlenmiştir. Özellikle cerrahi işlemlerde uygulanan radyasyon miktarının bu güvenlik limitlerini aşmaması önemlidir (20,22).

Radyasyon kaynaklarına karşı alınması gereken korunma önlemleri ise çoğunlukla "maruz kalınan süre, kaynaktan uzaklık, koruyucu bariyer kullanımı ve radyoaktif madde miktarının sınırlandırılması" esasına dayanır (20,23).

Süre: Radyasyona maruz kalma süresi azaldıkça, vücuda alınan doz da orantılı olarak düşer. Bu nedenle, işlem öncesi bölgenin doğru şekilde belirlenmesi ve planlanması büyük önem taşır. Hareketli çekimlerin ve hareket artefaktı bulunan görüntülerin minimize önerilmektedir (21,25).

Mesafe: Radyasyon korunmasında en basit ve etkili yollardan biri mesafe arttırmadır. Radyasyon kaynağından uzaklaştıkça ters kare kanununa göre maruziyet seviyesi azalmaktadır. Örneğin, kaynağa 2 metre mesafedeki bir kişinin aldığı doz, 4 metre mesafede yaklaşık yarıya düşmektedir (21).

Floroskopi gibi işlemlerde hastanın cihazın görüntüyü yoğunlaştıran tarafına yakın konumlandırılması önemlidir. Aynı şekilde, cerrahın ellerini radyasyon kaynağından uzak tutması gereklidir; sadece 15 cm'lik bir mesafe artışı, maruz kalınan X ışını miktarını ciddi oranda azaltabilmektedir (20,22).

Zırhlama: Radyasyonun etkilerini azaltmak için koruyucu malzemeler kullanılır. Kurşun, beton ve kalın duvarlar gibi materyaller radyasyonla olan potansiyel teması sınırlandırmaktadır. Malzemenin yoğunluğu arttıkça, radyasyonu durdurma kapasitesi de yükselir. Kullanılacak zırh malzemesi, radyasyonun türüne göre değişir. Örneğin; alfa parçacıklarını durdurmak için basitçe kâğıt yeterliyken, beta radyasyonu için alüminyum veya plastik gerekebilir (21).

Gama ve X ışınları gibi daha nüfuz edici radyasyonlar içinse, genellikle kurşun gibi yüksek atom numarasına sahip koruyucular tercih edilmektedir (22,23).

Geniş vücut bölgelerinin görüntülenmesi sırasında daha fazla radyasyon maruziyeti durumu ortaya çıkabilir. Bu gibi durumlarda hem koruyucu kalkanların kullanılması hem de radyasyon kaynağından uzak durulması önem taşır (21).

Örneğin, radyografi çekimleri sırasında kurşun levha arkasında bulunmak etkili bir önlemdir (26). Bu levha ile radyasyon kaynağı arasında genellikle en az 1,5 metre mesafe bırakılması önerilir. Tercihen 2 metre genişliğinde ve 2,25 metre yüksekliğinde bir kurşun levha kullanılabilir. Bu tür önlemler hem sağlık çalışanlarının hem de hastaların güvenliğini artırmayı hedeflemektedir (20).

Radyoaktif Kaynak Miktarı: Ortamda bulunan radyoaktif kaynakların sayısının azaltılması, radyasyona bağlı kazaların ve istenmeyen maruziyetlerin önüne geçilmesini sağlar. Böylece genel radyasyon riski düşürülmüş olur (22,23).

7. Radyasyonla İlgili Mevzuat

Radyasyonun insan sağlığı üzerindeki potansiyel zararlı etkileri bilinmekle birlikte, bu fiziksel olgunun sunduğu önemli yararlar da bulunmaktadır. Radyasyon kaynaklarının tıptan sanayiye pek çok alanda sağladığı katkılar göz önünde bulundurulduğunda, bu kaynakların kullanımından tamamen vazgeçilmesi mümkün değildir.

Bu nedenle radyasyon uygulamalarında, bireylerin maruz kaldığı doz miktarına ilişkin çeşitli sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu kapsamda, hem radyasyonla mesleki olarak temas eden kişiler hem de genel toplum için güvenli doz sınırları belirlenmiştir. Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (ICRP), mevcut bilimsel veriler ışığında, ciddi somatik ve genetik zararların oluşmaması amacıyla, düşük doz maruziyetine ilişkin kısıtlamalar getirmiştir (4).

X-ışınları ve radyoaktivitenin keşfinden sonra bu tür ışınımlara mesleki olarak maruz kalan bireylerde çeşitli biyolojik hasarların gözlemlenmesi, "tolerans doz" kavramının gelişmesine neden olmuştur. Tolerans doz, bireyin görev gereği sürekli veya aralıklı olarak maruz kalabileceği, hematolojik ya da üreme ve deri sistemlerinde belirgin biyolojik etkilere yol açmayan maksimum radyasyon dozu olarak tanımlanmaktadır.

1925 yılında günlük izin verilen maksimum doz 200 mR olarak belirlenmişken, zamanla radyasyonun biyolojik etkilerine ilişkin bilimsel bilgilerin artması doğrultusunda bu sınır 1950 yılında 50 mR'ye, daha sonrasında ise 20 mRem'e kadar düşürülmüştür. Güncel sınırlara göre, radyasyon

çalışanları için haftalık maksimum doz 100 mRem, yıllık maksimum doz ise 5 Rem olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bu bireylerin yaşamları boyunca maruz kalabilecekleri toplam doz, "5(N−18) Rem" formülüyle ifade edilmektedir. (N, bireyin yaşını temsil ederken; 18, bu yaştan küçük kişilerin radyasyon ortamında çalıştırılamayacağını gösterir). Radyasyonla mesleki ilişkisi olmayan bireyler için yıllık maksimum doz 0.5 Rem, öğrenciler için ise 0.1 Rem olarak belirlenmiştir (4).

Radyasyon çalışanlarının daha yüksek doz limitlerine tabi tutulmasının temel nedeni, bu kişilerin periyodik sağlık kontrollerinden geçirilmeleri ve maruz kaldıkları dozların sürekli izlenmesidir.

ICRP'nin 26 ve 60 numaralı raporlarında radyasyondan korunmaya yönelik üç temel ilke tanımlanmıştır:

1)Radyasyonla ilgili herhangi bir uygulama, net ve gerekçelendirilmiş bir fayda sağlamıyorsa gerçekleştirilmemelidir.

2)Tüm uygulamalarda, ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkesi gereği, uygulanabilecek en düşük doz tercih edilmelidir.

3) Bireylerin maruz kaldığı eşdeğer doz, ICRP tarafından tanımlanan sınır değerleri aşmamalıdır (4).

Türkiye'de radyasyona ilişkin yasal düzenlemeler 1967 yılına kadar mevcut değildi. Bu tarihe kadar, uygulamalar ICRP, IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı), ENEA (Avrupa Nükleer Enerji Ajansı) ve ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) gibi uluslararası kuruluşların belirlediği standartlar ve öneriler doğrultusunda yürütülmekteydi.

Yasal boşluğu gidermek amacıyla, Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu (TAEK) tarafından hazırlanan "Radyasyon Sağlığı Tüzüğü" 25 Nisan 1967 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu tüzük kapsamında hazırlanan "Radyasyon Sağlığı Yönetmeliği", 6 Aralık 1968 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Takiben, "Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği" 6 Eylül 1991 tarihinde yürürlüğe konmuştur. Diş hekimliğinde kullanılan radyolojik cihazlara yönelik olarak, 12 Eylül 1993 tarihli ve 21666 sayılı Resmî Gazete'de "Dişhekimliğinde Kullanılan Röntgen Cihazları Lisans Yönetmeliği" yayımlanmış, bu düzenleme 13 Eylül 2006 tarihli ve 26288 sayılı Resmî Gazete ile yürürlükten kaldırılmıştır.

24 Mart 2000 tarihinde ise 23999 sayılı Resmî Gazete'de yeni bir "Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği" yayımlanarak uygulamaya alınmıştır. Son olarak, Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan "Sağlık Hizmetlerinde

İyonlaştırıcı Radyasyon Kaynakları İle Çalışan Personelin Radyasyon Doz Limitleri ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik", 5 Temmuz 2012 tarihli ve 28344 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (4).

8. Diş Hekimliği Alanında Radyasyon Güvenliği

Dental radyografilerden alınan radyasyon dozu genellikle düşüktür ve bu nedenle minimal bir risk oluşturduğu düşünülmektedir. Yıllık tüm tanısal X-ışını incelemelerinin yaklaşık %15'ini oluşturan 480 milyon dental radyografi çekildiği tahmin edilmektedir (27).

Bu nedenle, dozların düşük olmasına rağmen iyonizan radyasyona maruz kalınması konusundaki endişeler tamamen ortadan kalkmamaktadır (27).

1977 yılından bu yana, Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu (ICRP) tarafından risk/fayda değerlendirmesi esas alınarak uygulamalar şekillendirilmektedir (28).

Tıbbi görüntüleme uygulamalarında, hastanın radyasyona maruz kalma durumu ALARA (As Low As Reasonably Achievable - makul ölçüde mümkün olan en düşük doz) prensibine uygun olarak sınırlandırılmalıdır (29).

Diş hekimliği öğrencileri ve aktif olarak çalışan diş hekimleri, meslek hayatları boyunca radyasyonun biyolojik etkilerine bağlı çeşitli risklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, X-ışınlarının potansiyel tehlikelerine karşı uygulanacak korunma protokolleri hakkında eksiksiz bilgi sahibi olmaları büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yalnızca kendilerini değil, hastalarını ve çevredeki bireyleri de radyasyonun zararlı etkilerinden koruyacak önlemleri etkin bir şekilde almaları gerekmektedir (27).

9. Sonuç

Tıp ve diş hekimliğinde kullanılan teknolojilerin hızla gelişmesiyle birlikte radyolojik inceleme sayısı da artmaktadır. Son dönemlerde, tanısal görüntülemelerde kullanılan radyasyon dozları ve buna bağlı olası riskler hakkında hekimlerin farkındalık düzeyinin yetersiz olduğu yönündeki endişeler dikkat çekmektedir (30).

Referanslar

1. Oyar O. *Radyolojide Temel Fizik Kavramlar.* İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1998.

2. Daşdağ S. İyonlayıcı radyasyon ve kanser. *Dicle Tıp Derg.* 2010;37(2):177–185.

3. Morgül S, Yılmaz A, Uludağ E. Lise 2 kimya ders kitabında yer alan radyoaktivite konusunun incelenmesi. *Hacettepe Univ Egit Fak Derg.* 2004;(27):206–215.

4. Harorlı A. *Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2014.

5. Taşkın H. İnsan sağlığı ve çevre kirliliği açısından Kırklareli ilinin fon radyasyonunun belirlenmesi ve haritalandırılması. 2006.

6. Güngör N. *Sağlık Fiziği.* İstanbul: İTÜ Matbaası; 1991.

7. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK). Radyasyon çeşitleri. 2020. https://www.taek.gov.tr/ogrenci/r02.htm

8. Coşkun M, Coşkun MB. Biyolojik dozimetri ve ilgili gelişmeler. *Cerrahpaşa Tıp Derg.* 2003;34(4):207–211.

9. Işık Z, Selçuk H, Albayram S. Bilgisayarlı tomografi ve radyasyon. *Klinik Gelişim Derg.* 2010;23(2):16–22.

10. Kaya A. İyonize radyasyonun biyolojik etkileri. *Dicle Tıp Derg.* 2002;29(3):65–70.

11. Güler Ç, Çobanoğlu Z. *Radon Kirliliği.* Ankara: TC Sağlık Bakanlığı; 1997:16–22.

12. Usta G. Radyasyon çalışanlarında gözyaşı fonksiyon testleri ve kornea endotel tabakası özelliklerinin radyasyon maruziyetiyle ilişkisinin değerlendirilmesi [tez]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi; 2023.

13. Çakmak T, Tosun N. İyonize radyasyona maruz kalan sağlık çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği bilgi düzeyi ile radyasyon risklerine karşı tutumlarının belirlenmesi. *Cumhuriyet Hemşirelik Derg.* 2023;7(1):8–16.

14. Lakhwani OP, Dalal V, Jindal M, Nagala A. Radiation protection and standardization. *J Clin Orthop Trauma.* 2019;10(4):738–743.

15. Bolus NE. Basic review of radiation biology and terminology. *J Nucl Med Technol.* 2017;45(4):259–264.

16. Atlıhan GE, Özgenç E, Ekinci M, Özdemir İD, Aşıkoğlu M. Radiopharmaceuticals used in imaging and treatment in nuclear medicine. *J Lit Pharm Sci.* 2018;7(1):24–34.

17. Polomski ES, Antoni ML, Jukema JW, et al. Nuclear medicine imaging methods of radiation-induced cardiotoxicity. *Semin Nucl Med.* 2022;52(5):597–610.

18. Marengo M, Martín CJ, Rubow S, et al. Radiation safety and accidental radiation exposures in nuclear medicine. *Semin Nucl Med.* 2022;52(2):94–113. doi:10.1053/j.semnuclmed.2021.11.006

19. Rakıcı S. *Radyasyon Maruziyeti.* Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2022.

20. İstek M. İyonlaştırıcı radyasyon ile çalışan sağlık personelinin radyasyon risk algılarının iş doyumları üzerine etkisi [yüksek lisans tezi]. Ankara: Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2023.

21. Özcan M. Ortopedi ve travmatoloji ameliyatlarında floroskopi kullanımı. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi.* 2021;20(2):257–265.

22. Esin A, Özşahin Y, Erkalp K, Salıhoğlu Z. Anestezistler için radyasyon güvenliği. *Phnx Med J.* 2023;5(1):1–5. doi:10.38175/phnx.1093308

23. Arslan N. Radyasyonun biyolojik sistemler üzerindeki etkiler. *Nükleer Tıp Seminerleri.* 2017;3(3). Accessed June 1, 2025. https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_16399/NTS-3-3.pdf

24. Uzuntarla Y, Doğan F. Bir eğitim ve araştırma hastanesinde dozimetre taşıyan sağlık personelinin iyonlaştırıcı radyasyon hakkındaki risk algısı ve bilgi düzeyinin belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi.* 2019;6(1):34–41. doi:10.17681/hsp.398026

25. Yılmaz B. Acil servis hekimlerinin radyasyondan korunma farkındalığı [tıpta uzmanlık tezi]. Ankara: Ufuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Acil Tıp AD; 2018.

26. Aygün D, Çelik Yılmaz A, Yaman Ö, Gül A. Ameliyathane radyasyon güvenliği. *J Hum Rhythm.* 2018;4(1):22–30.

27. Enabulele JE, Igbinedion BO. An assessment of dental students' knowledge of radiation protection and practice. *J Educ Ethics Dent.* 2013;3:54–59.

28. International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1977 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (Publication 26). *Ann ICRP.* 1977;1(3):1–53.

29. Richards AG. Roentgen-ray doses in dental roentgenography. *J Am Dent Assoc.* 1958;56:351–368.

30. Akay G, Güngör K, Üçok Ö. Diş hekimliği öğrencilerinin radyasyondan korunma ve uygulama bilgilerinin değerlendirilmesi. *Selcuk Dent J.* 2019;6(4):1–6.

BÖLÜM V

EKSTRAORAL GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ

Extraoral Imaging Techniques

Helin KAYACAN ÜNEL[1] & Yunus Yiğit SAKA[2] & Tansu ÇİMEN[3]

[1](Arş. Gör. Dt.), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: helin.kayacan@alanya.edu.tr
ORCID:0009-0008-0569-5768

[2](Dr. Öğr. Üyesi), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: yigit.saka@alanya.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4061-8089

[3] (Dr. Öğr. Üyesi), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: tansu.cimen@alanya.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9999-0811

1. Giriş

Ekstraoral görüntüleme teknikleri, hem X-ışını kaynağının hem görüntü reseptörünün hastanın ağız dışında konumlandırıldığı yöntemler olup, daha geniş anatomik yapıların değerlendirilmesini mümkün kılar. (1) Ekstraoral görüntüleme, anatomik yapıların bütünsel görünümünü sunarak patolojik oluşumların, fraktürlerin, gelişimsel bozuklukların ve temporomandibular eklem hastalıklarının teşhisi gibi önemli avantajlar sağlar. (2) Panoramik radyografi, lateral çene projeksiyonları, waters projeksiyonu gibi çeşitli projeksiyonlar, bu alanda kullanılan teknikler arasında yer alır. (2,3)

2. Lateral Sefalometrik Projeksiyonu

Lateral sefalometrik radyografi, kraniyofasiyal kompleksin sagittal düzlemde iki boyutlu olarak görüntülenmesini sağlayan; hem sert hem de yumuşak doku yapılarını değerlendirmeye olanak tanıyan, diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan bir ekstraoral görüntüleme tekniğidir. (1) Tanımlanmış anatomik referans noktaları yardımıyla çeneler arası ilişkiler, büyüme yönü ve yumuşak doku profili değerlendirilir. (4)

Lateral sefalometrik radyografi çekiminde hastanın başı sabitlenmelidir. (3) Bu işlem sefolastat cihazı ile yapılır. (2) Cihazın kulak stoperleri ve burun desteği sayesinde baş ortalanır ve hasta hareketsiz kalır. (2,5) Frankfort düzlemi yere paralel olmalı, hasta da doğal baş pozisyonunda olmalıdır. (5) X-ışını demeti, hastanın bir yanından (genellikle sağdan) gönderilir ve karşı yüzde yer alan film ya da dijital dedektör üzerinde projekte edilir. (6) Bu projeksiyon sırasında başın her iki tarafındaki anatomik yapıların üst üste gelmesi amaçlanır. Bu nedenle görüntüleme sırasında başın simetrik pozisyonu çok önemlidir. (3)

2.1 Kullanım Alanları

Ortodontik tedavi planlamasında, iskeletsel sınıf tayini amacıyla kullanılmaktadır. (4) Büyüme ve gelişim takibinde çene yapılarının zaman içindeki değişimi izlenebilir. (2) Tedavi öncesi ve sonrası morfolojik karşılaştırmalar için tercih edilmektedir. (2,7) Ortognatik cerrahi planlaması ve cerrahi sonrası değerlendirmelerde önemli bir rol oynar. (2,3) Üst hava yolunun sagittal düzlemde değerlendirilmesinde, özellikle uyku apnesi gibi durumlarda kullanılmaktadır. (2) Ayrıca, dentoalveolar asimetrilerin ve yumuşak doku profilinin analizinde fayda sağlar. (3,4,6)

3. Posteroanterior Sefalometrik Projeksiyonu

Posteroanterior (PA) sefalometrik radyografi, kraniyofasiyal kompleksin frontal düzlemde iki boyutlu olarak görüntülenmesini sağlayan bir ekstraoral radyografi tekniğidir. (2) Bu projeksiyon, lateral sefalometrik görüntülemenin tamamlayıcısı olarak; yüz simetrisi, transvers çene ilişkileri ve dikey yapısal uyumsuzlukların değerlendirilmesinde klinik karar sürecine önemli katkı sağlar. (4,5)

PA sefalometrik görüntüleme sırasında hasta, frontal düzleme dik olarak dedektöre yüzü dönük şekilde yerleştirilir. (2,3) Median düzlem, dedektöre dik olacak biçimde konumlandırılmalı; Frankfort horizontal düzlemi yere paralel

olacak şekilde hizalanmalıdır. (2) X-ışını demeti hastanın arka kısmından öne doğru ilerler. Başın arkasından geçen X-ışınları, frontal düzlemde görüntü oluşturur. (3) Anatomik noktalar görüntüde üst üste gelir. (4,6) Bu çakışma, simetrik yapıların karşılaştırılabilirliğini artırır. (8)

3.1 Kullanım Alanları

Kraniyofasiyal, mandibular ve maksiller asimetrilerin tespitinde kullanılmaktadır. (3,4) Yüz orta hattının konumu ve deviasyonunun analizinde tercih edilen bir yöntemdir. (2,5) Transvers düzlemdeki çene uyumsuzluklarının değerlendirilmesinde etkilidir. (3,7) Ortognatik cerrahi öncesinde simetri ve ilgili yapıların konumlandırılmasında temel görüntüleme yöntemlerinden biridir. (4,6) Sinüs, nazal yapı ve frontal kemiklerde gelişebilecek patolojilerin izlenmesinde yardımcı olur. (2,8) Ayrıca, yumuşak dokular ile iskeletsel konturların karşılaştırmalı analizine olanak tanır. (5)

4. Reverse Towne Projeksiyonu

Reverse Towne projeksiyonu, mandibular kondil ve çevresindeki yapıları değerlendirmeyi mümkün kılan özel bir ekstraoral radyografi tekniğidir. (2) Özellikle kondil boynu kırıkları, bilateral kondil lezyonları ve simetri analizleri gibi spesifik endikasyonlar için kullanılır. (5)

Reverse Towne çekimi sırasında hasta başını öne doğru eğer ve çene ucu göğse yaklaştırılır. (3) Ağız açık konumda tutulur; bu sayede kondiller eklem boşluğundan ayrılır. Bu durum, kondil morfolojisinin daha net gözlemlenmesine imkan tanır. (9)

Frankfort horizontal düzlem yere yaklaşık 30 derece açı yapacak şekilde eğimlendirilir. (2) Baş sabitlenirken alın desteği veya çene platformu kullanılabilir. (3) Görüntüleme sırasında X-ışını demeti başın arkasından öne, yaklaşık 30° kaudal açıyla yönlendirilir. (3,5)

Geleneksel posteroanterior ve lateral projeksiyonlarda görünmeyen kondil kenarları ve kırıkları, Reverse Towne ile daha belirgin şekilde ortaya çıkar. (5)

4.1 Kullanım Alanları

Mandibular kondil ve kondil boynu kırıklarının görüntülenmesinde tercih edilen bir yöntemdir. (1-3) Özellikle kondil simetrisinin ve konumunun analiz edilmesinin gerektiği durumlarda kullanılır. (3,9) Bilateral kondil travmalarında tanısal doğruluk sağlar. (2) Ayrıca, temporomandibular eklemin arka yapılarının

değerlendirilmesinde de etkilidir. (5) Ayrıca travmaya bağlı çene açma kısıtlılığı olan hastaların değerlendirilmesinde faydalıdır. (3,10)

5. Submentoverteks Projeksiyonu

Submentoverteks (SMV) projeksiyonu, kafa tabanı ve zigomatik arklar başta olmak üzere kraniyofasiyal yapıları aksiyal düzlemde değerlendirmeye olanak sağlayan özel bir ekstraoral görüntüleme tekniğidir. (1,2) Bu teknik, başın maksimum ekstansiyonu ile çene altından gönderilen X-ışını sayesinde kafatası tabanının detaylı incelenmesini mümkün kılar. (3)

Hasta supin pozisyona yakın bir şekilde oturtulur veya yatırılır. Baş maksimum şekilde arkaya ekstansiyona getirilir ve kafatasının vertex bölgesi dedektöre yaklaştırılır. (3) Orbitomeatal düzlem yere paralel olacak şekilde hizalanmalı ve median düzlem dik tutulmalıdır. (2) Işın ekseninin, mandibular simfizden geçerek foramen magnuma yönelmesi amaçlanır. (2)

5.1 Kullanım Alanları

Zigomatik ark kırıkları ve oblik kırık hatlarının değerlendirilmesinde kullanılır. (3-5) Kafa tabanı anatomisinin görüntülenmesi ve ilgili patolojilerin saptanmasında etkilidir. (2,9) Foramen magnum, foramen ovale ve diğer bazal açıklıkların değerlendirilmesinde kullanılabilir. (5) Sfenoid kemik, maksiller sinüs tavanı ve derin kraniyal yapılar analiz edilebilir. (9,10) Ayrıca, mandibular kondilin mediolateral konumu ve simetrisi hakkında bilgi sağlar. (2,10)

6. Waters Projeksiyonu

Waters projeksiyonu paranasal sinüslerin ve orta yüz yapılarının görüntülenmesine yönelik özel bir ekstraoral radyografi tekniğidir. (10-12) Bu yöntem, maksiller sinüslerin, orbital tabanın ve zigomatik kemiklerin incelenmesini sağlar. (13) Travma sonrası kemik kırıklarının tespitinde ve orbital içeriğin görüntülenmesinde tanısal değeri yüksek bir yöntemdir. (11,12)

Waters projeksiyonunda X-ışını demeti arkadan öne doğru ilerler ve film üzerine orbitomeatal çizgi hizasında projeksiyon sağlanır. (12) Hasta yüzü dedektöre dönük olacak şekilde konumlandırılır. Baş öne eğilerek orbitomeatal düzlem yere 37 derece açı yapacak şekilde hizalanır. (2) Median düzlem ortalanmalıdır. (11) Ağız kapalı veya açık pozisyonda çekim yapılabilir. Hasta ağzını açarsa sfenoid sinüsler sert damağa süperpoze olur. (2)

6.1 Kullanım Alanları

Bu teknik, maksiller sinüs iç yüzeyindeki mukozal kalınlaşma gibi inflamatuar bulguların saptanmasında kullanılabilecek bir görüntüleme yöntemidir. (11,14) Orbita tabanı kırıkları ve blow-out fraktürlerin saptanmasında etkilidir. (12) Nazal septum deviasyonları, konka hipertrofileri ve ostiomeatal kompleks patolojilerinde yardımcıdır. (2) Travma sonrası zigomatik ark ve maksilla kırıklarının değerlendirilmesinde kullanılır. (11)

7. Panoramik Görüntüleme

Panoramik radyografi (ortopantomograf), maksillofasiyal yapıları; dişler, mandibula, maksilla, temporomandibular eklem, maksiller sinüsler ve çevre anatomik oluşumları tek bir geniş görüş alanı içinde iki boyutlu olarak görüntülemeye imkan tanıyan ekstraoral bir radyografik tekniktir. (3,10) Diş hekimliğinde en yaygın kullanılan ekstraoral görüntüleme yöntemidir. (2,15) Geniş görüntüleme alanı sayesinde hem tarama hem de tanısal amaçlarla tercih edilir. (2) İntraoral radyografi ile ulaşılamayan bölgeleri gösterebilmesi, düşük radyasyon dozu, hasta konforu ve işlem süresinin kısalığı gibi avantajları, bu yöntemin temel tercih nedenlerindendir. (2,16) Görüntünde küçük kistik veya periapikal lezyonların net biçimde görülememesi, hasta pozisyonlandırmasının zor olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. (16,17)

Panoramik radyografi, tomografik ilkelere dayanan ve odak düzlemi (fokal trough) prensibiyle çalışan bir tekniktir. (16) X-ışını kaynağı ve dedektör senkronize biçimde hastanın başı etrafında döner; sadece odak düzleminde yer alan yapılar net görüntülenirken, bu düzlem dışında kalan yapılar bulanık ya da süperpoze şekilde görülür. (3,10)

Panoramik radyografide hasta pozisyonlandırması, görüntü kalitesinin korunması açısından büyük önem taşır. Frankfort horizontal düzlemi yere paralel olmalıdır. Median düzlem dik tutulmalıdır. Dişler oklüzyon pozisyonunda, ön dişler hizalama çubuğuna temas eder şekilde konumlandırılmalıdır. Dil damağa yaslandırılır. (3) Pozisyonlandırmadaki sapmalar çeşitli görüntü artefaktlarına yol açabilir. Isırma çubuğunun önden ısırılması anterior dişlerin daralmasına ve vertebraların görüntüye süperpoze olmasına neden olurken, çubuğun geriden ısırılması anterior dişlerin genişlemesine ve damakta radyolüsent bant oluşmasına yol açar. Başın sağa veya sola kaydırılması, karşı taraftaki yapıların büyümüş ve asimetrik görünmesine neden olur. Dilin damağa temas etmemesi durumunda radyografide siyah radyolüsent bir bant şeklinde izlenir. Ayrıca,

başın öne eğilmesi anterior dişlerin bulanık görüntüsüne ve mandibulanın dar bir yapı göstermesine neden olurken; başın geriye eğilmesi anterior dişlerin uzamış ve geniş görünmesine, sert damakta hava boşluğu nedeniyle siyah bant oluşmasına ve mandibulanın daha yatay ve yayvan bir görünüm almasına yol açar. (2,3,18)

7.1 Kullanım Alanları

Panoramik radyografi, diş hekimliğinde farklı klinik durumlarda kullanılabilir. Tüm dişlerin ve alveolar kemiklerin genel durumunun değerlendirilmesi için uygundur. (10,15) Gömülü dişlerin pozisyonunun ve komşu anatomik yapılarla ilişkisinin incelenmesinde tercih edilir. (3) Kistik, tümöral veya enfeksiyöz lezyonların taranmasında tanısal değer taşır. (2) Temporomandibular eklemlerin sınırlı bir şekilde genel morfolojik değerlendirmesi için kullanılabilir. (16) Ayrıca çene kırıkları, kemik deformiteleri ve travmalar sonrasında tanıyı desteklemek için kullanılır. (5) Maksiller sinüs, nazal boşluk ve mandibular kanal gibi yapısal detayların incelenmesinde de panoramik radyografi etkilidir. (2)

8. Sonuç

Ekstraoral radyografi teknikleri, diş hekimliği pratiğinde sadece tanı koyma sürecine değil, aynı zamanda tedavi planlaması ve takibine de katkılar sunar. Bu yöntemler, geniş anatomik alanları tek bir görüntüde değerlendirme imkanı sunarak; genel muayene, kırıklar, patolojik lezyonlar, gelişimsel anomaliler ve temporomandibular eklem bozukluklarının daha net biçimde ortaya konmasını sağlar.

Kaynakça

1. Dural S, Otlu D. Ekstraoral Görüntüleme Teknikleri. *Turkiye Klinikleri J Dent Sci Spec Top.* 2010;1(2):26-35.

2. White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 7th ed. St. Louis, MO: Mosby; 2014.

3. Iannucci JM, Howerton LJ. *Dental radiography: principles and techniques*. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2022.

4. Jacobson A. *Radiographic cephalometry: from basics to 3D*. 2nd ed. Chicago, IL: Quintessence Publishing; 2006.

5. Frommer HH, Stabulas-Savage JJ. *Radiology for the Dental Professional*. 9th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2014.

6. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: current principles and techniques*. 5th ed. St. Louis, MO: Elsevier Mosby; 2012.

7. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2018.

8. Houston WJB, Stephens CD, Tulley WJ. *A Textbook of Orthodontics*. 2nd ed. Oxford, UK ;Wright; 1992

9. Whaites E, Drage N. *Essentials of dental radiography and radiology*. 5th ed. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2013.

10. Langland OE, Langlais RP. *Principles of dental imaging*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

11. Archer-Arroyo K, Mirvis SE. Radiological evaluation of the craniofacial skeleton. In: Janis JE, ed. *Facial trauma surgery: from primary repair to reconstruction*. 1st ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2020:16-31

12. Mafee MF, Valvassori GE, Becker M. *Imaging of the head and neck*. 2nd ed. New York, NY: Thieme; 2005.

13. Wood NK, Goaz PW. *Differential diagnosis of oral and maxillofacial lesions*. 5th ed. St. Louis, MO: Mosby; 1997.

14. Akoğlu, E., Okuyucu, Ş., Karazincir, S., & Balcı, A. (2007). Maksiller sinüs mukozal inflamatuar patolojilerinin değerlendirilmesinde Waters' grafisinin değeri.

15. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*. 2009;15(1):2-13.

16. Rushton VE, Horner K. The use of panoramic radiology in dental practice. *J Dent*. 1996;24(3):185-201.

17. Valappila NJ, Beena V. Panoramic radiography: a review. *J Oral Med Surg Pathol*. 2016;1(1):21-31.

18. Pandey S, Pai KM, Dhakal A. Common positioning and technical errors in panoramic radiography. *J Chitwan Med Coll*. 2014;4(1):26-29.

BÖLÜM VI

ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

Artificial Intelligence Applications in Forensic Dentistry

Huriye GÜN GÜLER[1] & Esin BOZDEMİR[2]

[1](Uzman Diş Hekimi), Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi
E-mail: huriyegunn@gmail.com
ORCID:0000-0003-0241-5958

[2](Prof. Dr.), Süleyman Demirel Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi
E -mail: dtesin@hotmail.com
ORCID:0000-0002-2421-3807

1. Giriş

Adli diş hekimliği, adli ve kriminal vakaların aydınlatılmasında önemli rol oynayan adli bilimlerin bir alt dalıdır.(1) Bu alan, özellikle dental bulguların analiz edilmesi yoluyla kimlik tespiti, yaş ve cinsiyetin belirlenmesi, delil niteliği taşıyan bulguların değerlendirilmesi gibi konularda yargıya destek sağlar. Ayrıca, diş hekimlerinin hukuki sorumluluklarıyla ilgili tıbbi değerlendirmelerde de etkin bir şekilde görev alır.

"Yapay zeka" terimi ilk kez 1956 yılında John McCarthy tarafından ortaya atılmıştır.(2) Yapay zeka, insan zihninin düşünme, algılama, karar verme, öğrenme ve akıl yürütme gibi bilişsel yetilerini taklit edebilen bilgisayar sistemleri geliştirmeyi hedefleyen bilgisayar biliminin bir dalıdır.(3) Geniş veri kümeleriyle sürekli olarak eğitilebilen bu sistemler, insan performansına kıyasla daha duyarlı, daha akıllı ve daha güvenilir çıktılar sunabilmektedir. Yapay zeka; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay sinir ağları gibi temel bileşenleri bünyesinde barındırır.(4)

Adli diş hekimliği, dijital ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sayesinde sürekli olarak ilerlemektedir. Dental görüntüleme uygulamalarının yaygınlaşması, bilgisayar destekli sistemlerle anatomik yapıların ölçülebilmesi ve dijital veri tabanları ile video kayıtlarında bilgilerin güvenli bir şekilde saklanabilmesi bu gelişimi destekleyen unsurlar arasında yer almaktadır. Günümüzde teknolojinin ve yapay zeka çözümlerinin küresel ölçekte hızla gelişmesi, dijital adli diş hekimliğinin geleceği açısından büyük önem taşımaktadır.(5)

Günümüzde hızla ilerleyen yapay zeka tabanlı derin öğrenme teknikleri, adli diş hekimliğinde karşılaşılan pek çok sorunun çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Bu yenilikçi yaklaşımlar, insan tarafından gerçekleştirilen görevlerin otomatik hale getirilmesini amaçlamakta; aynı zamanda, insan gözüyle fark edilemeyen detayların da analiz sürecine katılması sayesinde, karar verme sürecindeki hata oranı önemli ölçüde azaltılmaktadır.(6)

2. Adli Diş Hekimliği Tarihi

Dental kimliklendirme, parmak izinin elde edilemediği ağır doku tahribatlarının olduğu travmatik durumlarda ve postmortem değişimlerin görüldüğü olgularda öncelikli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. (7) Dişlere dayalı ilk kimlik tespiti vakası, 1453 yılında 80 yaşındaki John Talbot'a ait olayda kaydedilmiştir.(8) Diş hekimliği tarihinde dental kimliklendirmeyi ilk kullanan kişi olarak Paul Revere kabul edilmektedir. 1775 yılında, iki yıl önce kendi yaptığı gümüş ve fildişinden oluşan köprüler sayesinde Dr. Joseph Warren'ın cesedini tanımlamayı başarmıştır.(9) ABD'de dişsel kanıtların ilk kez adli bir dava sürecinde kullanımı ise Webster-Parkman davasında gerçekleşmiştir. Bu davada, Dr. Parkman'a ait olduğu belirlenen kömürleşmiş ve altına kaynaşmış diş kalıntıları bulunmuş ve bu bulgu Dr. Webster'ın idamıyla sonuçlanan sürecin önemli bir parçasını oluşturmuştur. (8) Dişlerin kimlik belirlemede kullanılabileceği fikri ilk olarak 1887 yılında dile getirilmiş ve aynı yıl Paris'te gerçekleştirilen Odontoloji Cemiyeti toplantısında kabul edilerek uygulamaya alınmıştır.(10)

3.Adli Diş Hekimliğinin İlgilendiği Alanlar

Adli diş hekimliği, özellikle kimlik tespiti süreçlerinde hayati bir rol oynamaktadır. Bu disiplinin odaklandığı başlıca alanlar arasında; diş, çene ve ağız içi yumuşak dokularda meydana gelen yaralanmaların analizi, adli vakalar ile kitlesel felaketlerde hayatını kaybeden bireylerin kimliklendirilmesi, diş ve

çene yapılarından yola çıkarak yaş, cinsiyet ve ırk gibi demografik özelliklerin belirlenmesi yer almaktadır. Ayrıca, cinsel saldırılar, çocuk istismarı ve bireysel şiddet vakalarında ortaya çıkan ısırık izlerinin incelenerek adli delil olarak değerlendirilmesi de bu alanın önemli görevlerinden biridir.(11-12)

3.1. Adli Diş Hekimliğinde Kimliklendirme

Adli bilimler kapsamında yer alan adli diş hekimliği, özellikle kömürleşmiş, iskeletleşmiş ya da ileri düzeyde çürüyüp bozulmuş cesetlerde ölüm sonrası kimlik tespiti açısından kritik bir öneme sahiptir. Diş hekimliği bilgisi sayesinde bu tür kalıntılar, basit, güvenilir ve maliyet açısından uygun yöntemlerle karşılaştırmalı olarak analiz edilip tanımlanabilmektedir.(13-14)

Son yıllarda adli diş hekimliğinin rolü yalnızca zaman zaman başvurulan bir uygulamadan çıkıp, kimliklendirme süreçlerinde merkezi bir yöntem haline gelmiştir.(15)Bu bağlamda, 1984 yılında Uluslararası Kriminal Polis Teşkilatı (Interpol) tarafından kimliği belirsiz kurbanların tanımlanmasına yönelik olarak Afet Kurbanı Tanımlama (DVI) protokolü geliştirilmiştir.(16) İnterpol'ün DVI yönergeleri doğrultusunda, kimlik tespitinde kullanılan birincil yöntemler; parmak izi analizi, diş bulgularının değerlendirilmesi ve DNA testleridir.(17) Adli diş karşılaştırmaları, hem kullanım kolaylığı hem de diğer yöntemlere kıyasla düşük maliyeti sayesinde, çoklu kazalarda kurbanların belirlenmesinde Interpol tarafından önerilen üç temel tanımlama yönteminden biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bu yöntemin sağladığı bulguların, çoğu durumda başka bir doğrulama yöntemine ihtiyaç duyulmadan kimlik tespiti için yeterli olduğu belirtilmektedir.(18)

Dental kimliklendirme, dört temel yöntem aracılığıyla gerçekleştirilmektedir: (19)

1. Diş, çene ve orofasiyal bölge yapılarına dayalı analizlerle,
2. Yaşam öncesi (ante-mortem) ve ölüm sonrası (post-mortem) verilerin karşılaştırılması yoluyla,
3. Ölüm sonrası bireye ait dişsel özelliklerin yeniden yapılandırılarak diş profili oluşturulmasıyla,
4. Diş dokularından elde edilen genetik materyalin DNA analizi ile incelenmesiyle.

Ölüm öncesine ait dental kayıtlar, diş hekimlerinin hastalara ilişkin objektif bulguları ve subjektif ifadeleri belgelediği klinik verileri içermektedir. Bu kayıtlar, yasal kimliklendirme süreçlerinde önemli bir delil niteliği taşır. Diş

hekimi tarafından tutulan bu belgeler; yazılı notlar, ağız içi ve dışı fotoğraflar ile modeller gibi hem görsel hem de metinsel verileri kapsar. (20-21)

Kayıtlar; hastanın dentisyonu, ağız ve çevre dokularının fiziksel muayene bulguları, laboratuvar analiz sonuçları, fotoğraflar ve çalışma modelleri ile desteklenerek oluşturulmalı ve genellikle 7 ila 10 yıl süreyle arşivlenmelidir.(22) Ayrıca, ağızda bulunan dental implantların da kimliklendirme açısından büyük önemi vardır. Diş hekimlerinin bu implantları eksiksiz biçimde kaydederek hasta dosyalarında güncel olarak bulundurması, kimlik tespiti sürecinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmaktadır.(23)

Antemortem ve postmortem dental veriler, bireyin cinsiyeti, yaşı, sosyoekonomik durumu ve etnik kökeni gibi demografik özelliklerine dair ipuçları sunarak kimlik tespiti sürecini kolaylaştırır. Bazı durumlarda ise diş yapısı, kişinin yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları, mesleği ve hatta geçirmiş olduğu hastalıklar hakkında da bilgi verebilir.(11)

Bununla birlikte, dental kayıtların ulaşılabilir olmaması, yeterince güvenli biçimde arşivlenmemesi ya da diş yapısındaki bozukluklar gibi etkenler, kimliklendirme sürecinin yetersiz kalmasına yol açabilmektedir. (24) Antemortem verilerin mevcut olmadığı ve kimliği belirleyecek başka yöntemlerin bulunmadığı durumlarda, adli diş hekimi ceset üzerinde yaptığı muayenelerle postmortem kayıtları hazırlar. Bu süreçte, diş yapıları ile radyolojik bulgular ayrıntılı biçimde belgelenir ve sistematik olarak kayıt altına alınır.(11)

Amerikan Adli Odontoloji Kurulu (ABFO), dental kimliklendirme sonuçlarının dört ana kategoriye ayrılması gerektiğini belirtmiştir: (11-22)

- **Pozitif kimliklendirme:** Antemortem ve postmortem verilerin karşılaştırılması sonucunda, yeterli kanıt bulunarak kesin eşleşmenin sağlanması.
- **Olası kimliklendirme:** Antemortem ve postmortem verilerde benzerlikler tespit edilmekle birlikte, bu kanıtların pozitif kimliklendirme için yeterli düzeyde olmaması.
- **Yetersiz delil:** Karşılaştırılan verilerin kimlik belirlemede yeterli kanıt sunmaması durumu.
- **Dışlama:** Antemortem ve postmortem veriler arasında belirgin farklılıklar bulunması sebebiyle kimlik tespitinin mümkün olmaması.

Toplumsal afetler ve cesetlerin kimliklendirilmesi sürecinde, ayrıca eğitim durumu, mülk alım-satımı, miras davaları, yasal belgeler, tecavüz, boşanma ve evlilik gibi hukuki durumlarda cinsiyet tespiti büyük önem taşımaktadır.(25-26-

27) Cinsiyetin doğru bir şekilde belirlenmesi, araştırma sürecini sadece ilgili cinsiyetteki kayıplara odaklayarak kimliklendirmeyi önemli ölçüde kolaylaştırır. Bu nedenle, cinsiyet tespiti, yaş belirlemeden daha değerli kabul edilir çünkü şüpheli sayısını yaklaşık yarı yarıya azaltır.(28)

Dişler, iskeletteki en dayanıklı dokular olmaları sebebiyle ölüm sonrası yaşanan çoğu olaydan zarar görmezler. Bu nedenle, kraniyal kemikler, uzun kemikler veya pelvis gibi cinsiyet belirlemede kullanılan kemiklerin hasar gördüğü ya da bulunamadığı durumlarda dişler tercih edilir. Odontolojik cinsiyet belirlemede biyokimyasal analizler, metrik ölçümler ve non-metrik (görsel) değerlendirme yöntemleri kullanılır. (29)

Diş hekimliğindeki kimliklendirmede, DNA örnekleri, dental protezler, fasiyal rekonstrüksiyon, diş, ısırık, dil ve dudak izleri, fotoğraflar, palatal ruga paterninin incelenmesi (rugoskopi) gibi yöntemler kullanılır.

Antemortem kayıtların eksik olduğu ve cesetlerin tanınması zor olduğu durumlarda DNA testi kullanılır.(30) Diş kalıntılarından elde edilen DNA, bilinmeyen kişilerin kimliklendirilmesinde ve kayıp kişilerin tespitinde kullanılabilir; bu DNA, kan, diş fırçası, kıyafet gibi bilinen örneklerle karşılaştırılır. (31) Diş DNA'sı, kemiklere göre daha iyi korunur çünkü diş minesinde yüksek oranda saklanır ve bozulmaya karşı dirençlidir.(32-33) Pulpa dokusu, çeşitli hücreler içerdiği için yeterli DNA sağlar. DNA ekstraksiyonu hassas ve maliyetli olsa da, kimlik tespiti genellikle diğer yöntemlerle desteklenir, böylece doğruluk artırılır.(34-35)

Protez ve protetik kimliklendirme, diğer tanımlama yöntemleriyle birlikte adli diş hekimliğinde değerli araçlardır. Protez tasarımı, fotoğraflar ve kullanılan materyaller, bireyin tanımlanmasında yeterlidir.(36-37) Ayrıca, hastanın kişisel bilgileri proteze etiketlenerek adli vakalarda fayda sağlar, ancak Türkiye'de yaygın değildir.(38) Protez etiketleme, manuel veya mikro etiket sistemleriyle protez yüzeyine kimlik bilgisi kazımayı içerir ve sabit restorasyonlarda yaygın olarak uygulanır.(39)

Adli kimlik tespiti için postmortem veriler yetersiz kalınca, yüz profilinin ve dış görünümün rekonstrüksiyonu gereklidir.(35) Bu süreç, iskelet kalıntılarının detaylı analiziyle yüzün anatomik özelliklerini belirlemeye dayanır ve ön dişlerin pozisyonu gibi unsurlar önemlidir.(40) Yüz modellemesi, adli kimlik ve soruşturmalarda faydalı olup, yumuşak doku ile kemik arasındaki ilişkiler kullanılarak yüz yeniden oluşturulur.(35)Geleneksel yöntemlerin yanı sıra, plastik heykel ve bilgisayar tabanlı teknikler de kullanılır; bilgisayar destekli yöntemler, daha hızlı ve objektif sonuçlar sağlar. Günümüzde 2D ve

3D teknikler, özellikle bilgisayar destekli yöntemler, devrim niteliğinde olup, kimlik tespiti olasılığını artırır.(41-42) Ancak benzer yüz özellikleri nedeniyle, yüz rekonstrüksiyonu tek başına tanımlama için değil, genellikle dışlama amacıyla kullanılır.(35)

Ameloglifikler, diş izleri veya diş imzası, bireysel tanımlamada güvenilir araçtır çünkü her kişinin diş seti ve mikro yapıları benzersizdir, ayrıca erkekler ve kadınlar arasında farklılık gösterir. (43) Adli diş hekimliğinde, diş izi, mine üzerinde yüksek derecede kalsifiye olmuş ve çevresel hasarlara dirençli yapıların modelidir; mine çubukları ameloblastlar tarafından yerleştirilir ve diş gelişimi sırasında kalır, yeniden şekillenmez.(44) Mine çubuk ucu desenleri, özellikle ayrışmış veya yanmış cisimlerde tanımlama imkânı sağlar.(43) Her ne kadar diş minesi en sert mineralize madde olsa da aşınma ve hasar bu yöntemi sınırlar. Ameloglifikler henüz gelişme aşamasında olup, minenin farklı derinliklerindeki yapıların benzerliği ileri çalışmalarla araştırılmalıdır. Potansiyel bir tanımlama yöntemi olarak umut vaat etmektedir.(45)

Dil izi, dilin şekli, yüzey dokusu ve geometrik özellikleriyle kişisel tanımlamada kullanılan güvenilir bir biyometrik yöntemidir.(46) Muayenesi kolaydır, çevresel etkilerden az etkilenir ve yaşam boyunca değişmez. Ayrıca, taklit edilebilirliğinin zor olması nedeniyle diğer yöntemlere göre daha özeldir. (47) Dünya genelinde sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte, dil izi kimlik doğrulamada potansiyel taşımaktadır. Ülkemizde ise henüz araştırma yapılmamıştır.(48) Dil özellikleri cinsiyete göre farklılık gösterebilir.(49)

3.2. Adli Diş Hekimliği Fotoğrafçılığı

Dental fotoğraflar, palatal ruga incelemesi, ısırık ve dil-dudak izlerinin belirlenmesi ile istismar, darp ve malpraktis gibi durumlarda kanıt sağlama ve koruma amacıyla en yaygın ve kolay kullanılan tanı yöntemidir.(10-50) Eksik diş kayıtlarında veya yazılı belge olmadığında, adli diş hekimliği fotoğrafçılığı hızlı, çok yönlü ve kalıcı diş kanıtları sağlar. Ayrıca, dişlerin ölçüleri, şekli, konumu, kapanış durumu, restoratif materyaller ve çevre dokuların belirlenmesine de olanak tanır. (51) Yüzün tanınamaz hale geldiği durumlarda bile ağız içi fotoğraflar, diş yapısı ve sert dokular hakkında önemli bilgiler sunabilir. (52) Gülümseme fotoğrafları ise, yaşam boyunca dişlerin önemli kanıtlarıdır.(53)

3.3. Oral ve Dental Dokulardan Yaş Belirleme

Adli tıpta yaş belirlemede dişler önemli olup, çocuklarda süt ve daimi dişlerin gelişimi, sürme zamanları ve dentisyon şemaları kullanılarak tahmin

edilir.(54) Radyografiler ve mikrometrik ölçümlerle diş pulpa, sement ve mine dokusundaki değişimler yaş tahmininde kullanılır.(55-56) Özellikle 50 yaş sonrası mine kalınlığı azalırken, kesici kenar genişliği, dentin yüksekliği ve pulpa mesafesi artar.(57) Ayrıca, kök şeffaflığı da yaş belirlemede anlamlı bir göstergedir.(58)

3.4. Oral ve Dental Dokulardan Irk Belirleme

Irk tespiti genellikle kraniofasiyal özelliklere dayanırken, diş morfolojisi bireysel ve ırksal farklılıklar gösterir. Örneğin, Asya kökenli bireylerde küreksi şekil palatinal yüzeyler %85-99 oranında görülürken, diğer toplumlarda bu oran %2-12'dir. Kürek şeklinde dişler, mine incisi ve karabelli tüberkülü ırksal belirleyicilerdir. Karabelli tüberkülü, Kızılderililerde %5-20 , siyah Amerikalılarda %34, beyaz Amerikalılarda ise %50 oranında bulunur.(11-59)

Diş boyları da ırksal farklılıklar gösterir; beyazlarda kaninler uzun ve sivri iken, Mongoloidlerde bu özellik görülmez. Ayrıca, Mongoloidlerde yaygın olan taurodontizm (molarlarda geniş ve derin pulpa kavitesi) ve köklerin birleşik ve eğri oluşu da ırksal belirleyici olarak kabul edilir.(59)

3.5. Oral ve Dental Dokulardan Cinsiyet Belirleme

Cinsiyet belirlemede diş ve çene karakteristikleri kullanılır, ancak güvenilirliği sınırlıdır. Bu nedenle, diş ve çeneden başka kalıntı yoksa ve ikincil cinsel özellikler gelişmemiş bireylerde geometrik morfometriyle kafatası, mandibula ve ramus flexura kullanılarak cinsiyet tayini yapılabilir.(60) Ayrıca, iskelet veya kemiklerin cinsiyeti morfolojik ve biyometrik tekniklerle belirlenir; dişler ise sert dokuları nedeniyle postmortem hasar görmediği için tercih edilir. Cinsiyet tayininde biyokimyasal (DNA, mine proteinleri, Barr ve F cisimcikleri), metrik (kron boyu, dental indeks, sefalometrik ve sinüs ölçümleri) ve non-metrik (diş morfolojisi, şelioskopi, rugoskopi) yöntemler kullanılır.(29)

3.6. Adli Diş Hekimliğinde Isırık İzlerinin Analizi

Isırık izi, suç ve saldırı olaylarında dişlerin ve diş dokularının deride bıraktığı izlere denir ve adli diş hekimliğinde kimliklendirme için önemli bir delildir.(11) Tek yumurta ikizlerinde bile bireysel özellikler gösterse de güvenilirlik için dikkatli incelenmeli ve doğrulanmalıdır. (61-62) Isırık izi, yara şekli, kanama ve zamanla değişebilir; bu nedenle fotoğraf veya izlenimle kaydedilmesi önemlidir.Anterior dişlerin şekli, rotasyon, kırıklar ve malformasyonlar kimlik tespitinde kullanılır.(63) Konik ışınlı tomografi,

özellikle gıda maddelerindeki izleri analiz etmekte faydalıdır.(64) Vücut pozisyonu da izlerin görünümünü etkileyebilir.(65)

3.7. Dudak İziyle Cinsiyet Belirlenmesi

Şelioskopi ve dudak izi tekniği, benzersiz dudak desenlerine dayanır ve kişisel kimlik tespitinde kullanılır.(66) Dudak izleri, tek yumurta ikizleri dışında kişiye özgüdür ve cinsiyet belirlemede de faydalı olabilir.(67) Ölüm sonrası yapılan çalışmalarda, dudak morfolojisinin bozulmadığı gösterilmiştir. (68) Olay yerinden elde edilen dudak izleri, adli vakalarda önemli delil olarak kabul edilir.(69) Alt dudağın orta kısmından alınan ölçüler, bireysel desenleri tanımlamada kullanılır. Çizgilerin belirgin olmaması veya yara izleri içermemesi durumunda tanımlama zorlaşabilir.(46) Şelioskopi ve dudak izi, ısırık izi ve DNA ile birlikte kullanıldığında kimlik belirlemede etkinliği artar. (70)

3.8. Palatal Ruga İziyle Kimlik Belirlenmesi

Palatal rugalar, damağın anterior üçte birinde, üst ön dişlerin ve insiziv papillanın hemen arkasında bulunan, fibröz bağ dokusundan oluşan, kıvrım veya kırışıklık şeklinde anatomik çıkıntılardır.(71)Rugoskopi, damak sırtlarının veya rugaların sayısı, şekli, uzunluğu, yönü ve birleşme modellerinin incelenmesine dayanan bir kimliklendirme yöntemidir.(72)Rugalar, intrauterin yaşamın üçüncü ayında gelişir, yaşam boyunca ağızda bulunur, çevresel etkenlere karşı dayanıklıdır ve ikizler dahil herkes için benzersiz olup, parmak izlerine benzer şekilde stabildirler. Bu nedenle, insan tanımlamasında güvenilir referans olarak kullanılabilirler.(73)

4. Adli Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları

Yapay zeka kavramı ilk olarak 1956 yılında John McCarthy tarafından tanımlanmıştır. (2) Yapay zeka, düşünme, akıl yürütme, algılama, karar verme ve öğrenme gibi insan zekâsına özgü bilişsel süreçleri taklit edebilen bilgisayar programları geliştirmeyi amaçlayan bilgisayar biliminin bir dalı olarak tanımlanır. (3) Ayrıca, yapay zeka, görevleri mantıklı biçimde düşünebilen ve yerine getirebilen bilgisayarlı modelleri inceleyen bir alandır.(74-75) Büyük veri setleri üzerinde sürekli eğitim ve güncelleme yapabilen yapay zeka sistemleri, insan performansına kıyasla daha hassas, zeki ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır. Yapay zeka; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve yapay sinir ağları gibi temel kavramları içermektedir.(4)

Adli diş hekimliğinde yapay zekanın temel kullanım amacı, insan algısına bağlı hataları en aza indirerek, geniş veri analizleriyle oral radyografiler, dental müdahaleler ve diş kayıtları yardımıyla bireylerin kimliklendirilmesini sağlamaktır.(76-77) Bu alandaki çalışmalar genellikle ağızda bulunan veya bulunmayan dişlerin tespiti ve sınıflandırılması için algoritmalar geliştirmeye odaklanmaktadır.(78-79)

4.1. Kimliklendirme ve Diş Sınıflandırması

Miki ve arkadaşları, konvolüsyonel sinir ağı (KSA) modelini kullanarak CBCT görüntülerinde dişlerin otomatik sınıflandırılmasını sağlayan bir derin öğrenme algoritması geliştirmişlerdir. Her ne kadar çalışma sınırlı sayıda örnek üzerinde gerçekleştirilmiş olsa da yapay zeka algoritmalarının adli diş hekimliğinde kimliklendirme amacıyla dental kayıtların doğru şekilde oluşturulmasında etkili olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, bu algoritmanın protez ve implantoloji uygulamalarında, ağızda mevcut ya da eksik dişlerin kodlanmasında da fayda sağlayabileceği vurgulanmıştır.(78)

Tuzoff ve arkadaşları ise dişlerin otomatik olarak doğru biçimde tespit edilip numaralandırılması için panoramik radyografi görüntülerine dayanan bir algoritma geliştirmiştir. Çalışmada 1352 panoramik radyografi kullanılmış ve algoritmanın, insan gözlemciler tarafından oluşturulan dental kayıtlarla karşılaştırılabilir doğrulukta sonuçlar verdiği belirtilmiştir.(79) Dünya genelinde, antemortem ve postmortem kayıtların karşılaştırılması amacıyla dijital teknolojilere dayalı ve yaygın kabul gören standart bir kişisel tanımlama uygulaması henüz mevcut değildir.(80)Matsuda ve arkadaşları ise kişisel tanımlamayı desteklemek için 6 farklı yapay sinir ağı (YSA) modeli kullanarak, kısa sürede eşleştirilmiş 30 çift panoramik radyografi üzerinde çalışmalar yapmıştır. Yaptıkları analizlerde, YSA yöntemlerinin kişisel tanımlama için faydalı olduğunu ve kullanılan modeller arasında en yüksek doğruluğun VGG16 modelinde elde edildiğini bildirmişlerdir.(5)

4.2. Cinsiyet Belirlenmesi

Yapay sinir ağlarının (YSA) cinsiyet belirlemede, geleneksel yöntemler olan lojistik regresyon ve diskriminant analizine kıyasla daha etkili olduğunu gösteren bir çalışmada, panoramik radyografiler kullanılarak geliştirilen yapay zeka modelinin %75 oranında yüksek doğruluk sağladığı ve otomatik, kullanıcı dostu yapısıyla gelecek vaat eden bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.(81)

Yapay zekanın cinsiyet tespitinde uygulanması, tekrarlanabilirliği, kısa sürede sonuç vermesi ve nesnel bir yaklaşım sunması gibi avantajlara sahiptir. Bewes ve arkadaşları, bilgisayarlı tomografi görüntülerindeki kafatası morfolojisini kullanarak cinsiyet belirlemede YSA yöntemini uygulamışlardır. GoogLeNet adlı evrişimsel sinir ağı modeli, 900 görüntü ile eğitilmiş ve 100 görüntü üzerinde test edilmiştir; algoritma %95 doğruluk oranı göstermiştir.(82)

Khazaei ve arkadaşları ise, cinsiyet belirlemedeki yapay zeka başarısını incelemek için 1476 lateral sefalometrik görüntüyü kullanarak üç farklı YSA modeli (DenseNet, ResNet, VGG) test etmişlerdir. Görüntülerin %80'i eğitim, %20'si test seti olarak ayrılmış ve %90 doğrulukla en iyi performans DenseNet121 modeli tarafından sergilenmiştir.(83)

Milošević ve arkadaşları, 4000 panoramik radyografi üzerinde yaptıkları çalışmada, ImageNet modelini kullanarak görüntülerin %77'sini eğitim, %23'ünü ise test seti olarak değerlendirmişlerdir. Model, biyolojik cinsiyet tahmininde özellikle çene şekli, mandibular kondil, mandibular açı ve sinüs bölgelerine odaklanmış ve %96.87 doğruluk oranı elde etmiştir.(84) Ataş'ın çalışmasında ise, 24.000 panoramik görüntüden oluşan geniş bir veri seti üzerinde DenseNet121 modeli kullanılmış ve model %97,25 başarı oranına ulaşmıştır.(85)

4.3. Yaş Tespiti

Özellikle afet gibi, adli tıp uzmanlarının iş yükünün yoğun olduğu durumlarda, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı, kesin ve standart bir çözüm sunmak amacıyla yapay zeka uygulamaları yaş tayininde kullanılmaya başlanmıştır.(86-87) Yapay zeka tabanlı çalışmaların bir kısmı, dişlerin gelişim aşamalarını analiz ederek otomatik yaş belirlemesini sağlayan algoritmalar geliştirmeye odaklanmaktadır.(88-89) De Tobel ve arkadaşlarının çalışmasında, 3. molar dişlerin gelişimine dayanan Demirjian yönteminde yapılan değişiklikle, 20 panoramik radyografinin otomatik değerlendirilmesi için geliştirilen derin öğrenme algoritmasının, insan gözlemcilerin yaptığı analizlere yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır. (89) Aynı algoritma, daha geniş bir hasta grubundaki panoramik radyografiler üzerinde de benzer başarı göstermiştir.(90)

Evrişimli sinir ağları kullanan Sathyavathi ve Baskaran ise, mandibular üçüncü moların gelişim durumuna bağlı yaş belirlemede %93'ün üzerinde doğruluk oranları elde ettiklerini rapor etmiştir.(91)

Blanco ve arkadaşları, kronolojik yaş tahmini amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada ortopantomografi görüntülerinden yararlanarak iki tam otomatik

yöntem geliştirmişlerdir. İlk yöntem olan DANet, yaş tahmini için sıralı bir konvolüsyonel sinir ağı (KSA) yapısına dayanırken; ikinci yöntem olan DASNet, cinsiyeti tahmin eden ek bir KSA katmanı ile cinsiyete özgü özellikleri kullanarak yaş tahmininde performansı artırmayı hedeflemiştir. Sonuçlar, DASNet'in her açıdan DANet'ten üstün performans sergilediğini ve özellikle gelişim çağındaki bireylerde kronolojik yaşın otomatik olarak doğru şekilde tahmin edilmesinde etkili olduğunu göstermiştir.(87) Bu bulgular, Back ve ark.'nın maksilla ve mandibulayı içeren 12.000 ortopantomografi görüntüsü üzerinde Bayes evrişimli sinir ağları kullanarak yaş ve belirsizlik tahmini yaptığı çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Her ne kadar bu doğrulama sonuçları henüz adli diş hekimliğinde rutin uygulamalar için tam olarak yeterli olmasa da alan için oldukça umut vaat etmektedir.(87)

4.4. Mandibular Morfoloji

Sandoval ve arkadaşları, farklı sagittal iskeletsel yapıya sahip hastaların lateral radyografilerindeki kraniomaksiller işaret noktalarını kullanarak mandibular morfolojinin tahmininde otomatik öğrenme tekniklerini uygulamış ve yapay sinir ağlarının (YSA) yüksek doğruluk oranları elde ettiğini göstermişlerdir. (77) Benzer şekilde, posteroanterior kafa grafileri üzerinde yapılan bir diğer çalışmada da YSA'nın mandibular morfolojiyi tahmin etmede oldukça başarılı sonuçlar verdiği rapor edilmiştir.(92)

4.5. Isırık izlerinin analizi

Isırık izlerinin analizinde yüksek başarı sağlayan modeller geliştirmek ve kimliklendirmede insan kaynaklı önyargıları azaltmak amacıyla yapay zeka uygulamaları araştırılmaktadır. Mahasantipiya ve arkadaşlarının nöral sinir ağları kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada, 250 ısırık izi örneği incelenmiş ve nöral ağın tanımlama doğruluğu %82 olarak bulunmuştur. Bu ön çalışmada, ön dişlerinde eksiklik olmayan bireylerden pembe bal mumuna alınan ısırık izi örnekleri kullanılmıştır. Araştırmacılar, gerçek yaşam koşullarına tam olarak uymasa da geliştirilen algoritmaların ilerleyen süreçte iyileştirilerek uygulanabileceğini vurgulamışlardır.(93)

4.6. Dudak İzi Analizi

Dudak izi modellerinin manuel yöntemlerle analiz edilmesi hata payını artırabileceği için, otomatik sistemlerin geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Sandhya ve arkadaşları, dijital dudak izi görüntülerinden alt ve

üst dudakların segmentasyonu için otomatik bir model tasarlamış ve yapay sinir ağının doğruluk oranını %85 olarak tespit etmişlerdir. (94)

5. Sonuç

Gelişen yapay zeka teknolojileri, adli diş hekimliğinde tanı ve teşhis süreçlerini önemli ölçüde iyileştirme potansiyeline sahiptir. Makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmaları, özellikle doku ve yapı analizi, klinik bulguların otomatik tanınmasında yüksek doğruluk sağlayarak, geleneksel yöntemlere kıyasla zaman ve maliyet avantajı sunmaktadır. Ayrıca, dijital verilerin entegrasyonu ve yapay zeka temelli modellemeler, adli diş hekimliği vakalarında adli delillerin doğruluğunu artırmakta ve adli soruşturmalarda güvenilirliği güçlendirmektedir. Bununla birlikte, bu teknolojilerin klinik uygulamalarda yaygınlaşabilmesi için veri güvenliği, etik konular ve yasal düzenlemeler gibi alanlarda önemli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

1) Koç S, Biçer Ü. Adli tıbbın tarihsel gelişimi, Türkiye'deki yapılanması ve sorunları. Klinik Gelişim. 2009;22:1-5.

2) McCarthy J, Minsky ML, Rochester N, Shannon CE. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence. AI Magazine.2006; 27:12-12.

3) Şener E, Şen G B. (2022). Dentomaksillofasiyal Radyolojide Yapay Zeka Uygulamalarinin Rolü: Bölüm 1. Selcuk Dental Journal.2022; 9(2):713-720.

4) Saglam H, Ari T, Bayrakdar İ Ş, ve ark. Diş Hekimliğinde Yapay Zeka: Artificial Intelligence In Dentistry. Sağlık Bilimlerinde Yapay Zeka Dergisi (Journal of Artificial Intelligence in Health Sciences) 2021.ISSN: 2757-9646, 1(2), 26-33.

5) Matsuda S, Yoshida H, Ebata K, Shimada I, Yoshimura H. Forensic odontology with digital technologies: A systematic review. Journal of forensic and legal medicine. 2020; 74, 102004.

6) Türkcan1, M. B. ve , Baybars C. S. Forensıc dentıstry wıth current lıterature güncel literatür eşliğinde adli diş hekimliği . Dental And Medical Journal.2024; 6(1).

7) Narendra, N. S., Owais, G., Tasneem, S. A., Saima, S. Exploring Trends in Forensic Odontology, Journal of Clinical and Diagnostic Research.2014;8, 28-30.

8) Amoedo O, L'Art Dentaire en Medicine Legale. Paris: Masson et Cie; 1898.

9) Luntz LL. History of forensic dentistry. Dent Clin North Am. 1977;21:7-17.

10) Okkesim*, A., Mısırlıoğlu**, M., Adışen**, M. Z. ve Akyıl, Y. Y. Adli bilimlerde diş hekimliğinin yeri role of dentistry in forensic science. Ado Klinik Bilimler Dergisi Journal Of Clinical Sciences. 2018;9(1), 1593-1600.

11) Sweet D, Pretty IA. A look at forensic dentistry--Part 2: teeth as weapons of violence–identification of bitemark perpetrators. Br Dent J. 2001;190:415 8.

12) Balachander N, Babu NA, Jimson S, Priyadharsini C, Masthan KMK. Evolution of forensic odontology: An overview. J Pharm Bioallied Sci. 2015;7 (Suppl 1):176-80.

13) Almeida, S. M., Delwing, F., Azevedo, J. A. P., ve ark. Effectiveness of Dental Records in Human İdentification, Rev Gauch Odontol.2015;63(4), 502-506.

14) Caputo, I G C., Reis, J N., Silveira, T C P., Guimaraes, M A., Silva, R H A. İdentification of a Charred Corpse Through Dental Records, RSBO, Jul-Sep., 2011; 8(3), 345-351.

15) Adserias-Garriga J, Thomas C, Ubelaker DH, C Zapico S. When forensic odontology met biochemistry: Multidisciplinary approach in forensic human identification. Arch Oral Biol. 2018 Mar;87:7-14. doi: 10.1016/j. archoralbio.2017.12.001. Epub 2017 Dec 9. PMID: 29241027.

16) Blau S, Briggs CA. The role of forensic anthropology in Disaster Victim Identification (DVI). Forensic science international. 2011;205(1-3):29-35.

17) Interpol. Interpol Disaster Victim Identification Guide. 2018. Accessed on August 2nd 2020 through https:// www.interpol.int/en/How-we-work/ Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI. Erişim tarihi 25 Mart 2025.

18) Forrest AS. Collection and recording of radio- logical information for forensic purposes. Aust Dent J. 2012;57 Suppl 1:24-32.

19) Girish, K. L., Rahman, F. S., Tippu, s. R. Dental DNA Fingerprinting in İdentification of Human Remains, Journal of Forensic Dental Sciences. 2010; 2(2), 63-68.

20) Lee SS, Choi JH, Yoon CL, Kim CY, Shin KJ. The diversity of dental patterns in the orthopantomography and its significance in human identification. J Forensic Sci. 2004;49:784-6.

21) Canger EM, Arslan S. Adli diş hekimliğinde radyolojinin kullanımı. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2013;23:252-60.

22) Avon, S. L. Forensic Odontology: The Roles and Responsibilities of the Dentist, Journal of the Canadian Dental Association. 2004;70(7), 453-458.

23) Lorkiewicz-Muszyńska, D., Łabęcka, M., Żaba, ve ark. Trudności identyfikacji zwłok i szczątków ludzkich w oparciu o dokumentację i badania stomatologiczne, Difficulties in identification of human corpses and skeletal remains on the basis of dental records and examinations, Arch Med Sadowej Kryminol, Lıx: 2009; 218-224.

24) Bilge Y. Adli Tıp Kitabı. Üçbilek Matbaası 2005; 1. Baskı

25) Subramanyam BV, editor. Modi's Medical Jurisprudence and Toxicol ogy. 22nd. New Delhi: Butterworths India Persl Ident. 2001:37–90.

26) David S, Paul G. Forensic Dentistry. 2nd. Boca Raton; CRC Press: 2010.

27) Prachi J. Sex determination in forensic odontology. J Forensic Odon tostomat. 2012;23:11- 16.

28) Richardson ER, Malhotra SK. Mesiodistal crown dimension of the permanent dentition of American Negroes. Am J Orthod. 1975;68(2):157–164.

29) Karslıoğlu H, Çıtır M. Identification and gender determination in forensic dentistry. Curr Res Dent Sci. 2022; 32(1): 92-99.

30) Kaneko, Y., Ohira, H., Tsuda, Y., & Yamada, Y. Comparison of hard tissues that are useful for DNA analysis in forensic autopsy. Legal Medicine.2015;17(6), 547-552.

31) Manjunath, B. C., Chandrashekar, B. R., Mahesh, M., & Rani, R. V. DNA profiling and forensic dentistry–A review of the recent concepts and trends. Journal of forensic and legal medicine. 2011; 18(5), 191-197.

32) Sosa, C., Baeta, M., Núñez, C., Casalod, Y., Luna, A., & Martínez-Jarreta, B. Nuclear DNA typing from ancient teeth. The American journal of forensic medicine and pathology. 2012; 33(3), 211-214.

33) Higgins, D., & Austin, J. J. Teeth as a source of DNA for forensic identification of human remains: a review. Science & Justice, 2013;53(4), 433-441.

34) Yazdanian, M., Karami, S., Tahmasebi, E., Alam, M., Abbasi, K., Rahbar, M., ... & Yazdanian, A. Dental radiographic/digital radiography technology along with biological agents in human identification. Scanning. 2022(1), 5265912.

35) Zahrani AA. Int J Community Med Public Health. 2024 Jun;11(6):2468-2475.

36) Thomas J, Muruppel AM, Dinesh N, Gladstone S, Manjuran NG. Dentures in Forensic Identification - A Review of Methods & Benefits. J Adv Med Dent Sci. 2014;2(1):85-94.

37) Ramalingam S, Al-Hindi M, Al-Eid RA, Nooh N. Clinical evaluation of implant survival based on size and site of placement: A retrospective study of immediate implants at single rooted teeth sites. Saudi Dent J. 2015;27(2):105-11.

38) Stenberg I, Borrman HI. Dental condition and identification marking of dentures in homes for the elderly in Göteborg, Sweden. J Forensic Odontostomatol. 1998;16(2):35-7.

39) Kamath PG, Kamath VG. Engraved fixed restorations and denture micro-labelling to facilitate identification through forensic dentistry. J Indian Prosthodont Soc. 2005;5(2):79-81.

40) Rehani S, Chandrashekhar C, Radhakrishnan R. The role of radiography in forensic dental practice. Indian J Dent Adv. 2011;3:413-7.

41) Fernandes CM, Pereira FD, da Silva JV, Serra Mda C. Is characterizing the digital forensic facial reconstruction with hair necessary? A fa miliar asssessors' analysis. Forensic Sci Int. 2013;229(1-3):164.e1-5.

42) Khatri M, Misra D, Rai S, Misra A. Unfolding the mysterious path of forensic facial reconstruction: Review of different imaging modalities. MAMC J Med Sci. 2017;3(3):120-7.

43) Juneja M, Juneja S, Rakesh N, Bhoomareddy Kantharaj YD. Ameloglyphics: A possible forensic tool for person identification following high temperature and acid exposure. J Forensic Dent Sci. 2016;8(1):28-31.

44) Christabel SL, Samuel M, Mohana Murali S, Haroon ALM, Devi M. Ameloglyphics - an updated review. Global J Res Analysis. 2021;44-6.

45) Kavitha B. Limitations in forensic odontology: Journal of Forensic Dental Sciences. 2009: 1: 8-10.

46) Kiranmai, R.; Kumar, Varıun ve Venkateshwara, Reddy, "Tongue Scanning As Biometric Tool For Improvising The Security in İdentification," 10th International Conference on Recent Trends in Engineering Science and Management, India. 2017; s.114-116.

47) Gaganpreet K, Dheerendra S. A Novel Biometric System based on Hybrid Fusion Speech, Signature and Tongue. Int J Comp App. 2015;119(1):30–39.

48) Erdoğan A. Adli olaylarda dil izinden biyometrik kimliklendirme, Yüksek Lisans Tezi, Ankara-2019 ,syf 1.

49) Radhika T, Jeddy N, Nithya S. Tongue prints: A novel biometric and potential forensic tool. J Forensic Dent Sci. 2016;8(3):117-9.

50) Nagi, R., Aravinda, K., Rakesh, N., Jain, S., Kaur, N., & Mann, A. K. Digitization in forensic odontology: A paradigm shift in forensic investigations. Journal of forensic dental sciences. 2019;11(1), 5-10.

51) Afsin H. Klinik Adli Tıp. 2001;1:31-45.

52) Reddy BNK, Swetha P, Manyam R, Supriya AN. Importance of dental radiography in forensic odontology: A Review. Oral Maxillofacial Pathology J 2022; 13(2): page no. 124 127.

53) Silva, RF, Franco, A., de Souza, JB, Picoli, FF, Mendes, SDSC, & Nunes, FG (2015). Gülümseme fotoğraflarının analizi yoluyla insan kimliği. Amerikan adli tıp ve patoloji dergisi, 36 (2), 71-74.

54) Whittaker DK, Bakri MM. Racial variations in the extent of tooth root translucency in ageing individuals. Arch Oral Biol. 1996;41:15-9.

55) Kedici PS, Atsü S, Gökdemir K, Sarikaya Y, Gürbüz F. Micrometric measurements by scanning electron microscope (SEM) for dental age estimation in adults. J Forensic Odontostomatol. 2000;18:22 6.

56) Bilge Y, Kedici PS, Alakoç YD, Ulküer KÜ, Ilkyaz YY. The identification of a dismembered human body: a multidisciplinary approach. Forensic Sci Int. 2003;137:141-6.

57) Atsü SS, Aka PS, Kucukesmen HC, Kilicarslan MA, Atakan C. Age-related changes in tooth enamel as measured by electron microscopy: implications for porcelain laminate veneers. J Prosthet Dent. 2005;94:336-41.

58) Atsü Sağlam S, AKA SP, İbrahim N. Dişlerin kök şeffaflığından yaş tespiti. Turkiye Klinikleri J Dental Sci. 2006;12:47-52.

59) Lund H, Mörnstad H. Gender determination by odontometrics in a Swedish population. J Forensic Odontostomatol. 1999;17:30-4.

60) Singh K, Anandani C, Bhullar RK, Agrawal A, Chaudhary H, Thakral A. Teeth and their secrets forensic dentistry. J Forensic Res. 2012;3:141.

61) Zainab, H., Pramod, J., Hugar, D., & Sultana, A. A comparative assessment of bite marks in analyzing the overlay generation using styrofoam sheet and modeling wax with the dental casts as one of the adjuncts for archiving the forensic records: An: in vivo: study. Journal of Oral and Maxillofacial Pathology. 2018; 22(1), 132-137.

62) Dama, N., Forgie, A., Mânica, S., & Revie, G. Exploring the degrees of distortion in simulated human bite marks. International journal of legal medicine.2020;134, 1043-1049.

63) Rothwell BR. Bite marks in forensic odontology: fact or fiction? In: Worthington P, Evans JR, Oral and maxillofacial surgery. Philadelphia: WB Saunders,1994:588–600.

64) Marques, J., Musse, J., Caetano, C., Corte-Real, F., & Corte-Real, A. T. Analysis of bite marks in foodstuffs by computed tomography (cone beam CT)-3D reconstruction. The Journal of forensic odonto-stomatology. 2013;31(1), 1.

65) Saks, M. J., Albright, T., Bohan, T. L., Bierer, B. E., Bowers, C. M., Bush, M. A., ... & Zumwalt, R. E. Forensic bitemark identification: weak foundations, exaggerated claims. *Journal of Law and the Biosciences*. 2016; *3*(3), 538-575.

66) Prabhu RV, Dinkar AD, Prabhu VD. Collection of Lip prints as forensic evidence at the crime scene – An insight. J Oral Health Res. 2010;1:129-35.

67) Gondivkar SM, Indurkar A, Degwekar S, Bhowate R. Cheiloscopy for sex determination. J Forensic Dent Sci. 2009;1:56-60.

68) Utsuno H, Kanoh T, Tadokoro O, Inoue K. Preliminary study of post mortem identification using lip prints. Forensic Sci Int. 2005;149:129 32.

69) Sharma P, Saxena S, Rathod V. Cheiloscopy: The study of lip prints in sex identification. J Forensic Dent Sci. 2009;1:24-7.

70) Dineshshankar J, Ganapathi N, Yoithapprabhunath TR, Maheswaran T, Kumar MS, Aravindhan R. Lip prints: Role in forensic odontology. J Pharm Bioallied Sci. 2013;5(1):S95-7.

71) Jain A, Chowdhary R. Palatal rugae and their role in forensic odontology. J Investig Clin Dent. 2014;5:171-8.

72) Singal K. Forensic Dentistry as a Tool for Identification. Austin J Forensic Sci Criminol. 2015; 2(5): 1043.

73) Alshammari A, Farook FF, Alyahya L. A Morphometric Analysis of Palatal Rugae Patterns in a Saudi Arabian Population. Cureus. 2022;14(12):e33058.

74) Deshmukh S. Artificial intelligence in dentistry. International Clinical Dental Research Organisation 2018; 10:47-48.

75) Park WJ, Park J-B. History and application of artificial neural networks in dentistry. European Journal of Dentistry 2018; 12:594-601.

76) Saxena S, Sharma P, Gupta N. Experimental studies of forensic odontology to aid in the identification process. Journal of Forensic Dental Sciences.2010;2(2), 69.

77) Khanagar S B, Vishwanathaiah S, Naik S, et al. Application and performance of artificial intelligence technology in forensic odontology–A systematic review. Legal Medicine. 2021; 48, 101826.

78) Miki Y, Muramatsu C, Hayashi T, Zhou X, Hara T, Katsumata A, et al. Classification of teeth in cone beam CT using deep convolutional neural network. Comput Biol Med 2017;80:24-29.

79) Tuzoff DV, Tuzova LN, Bornstein MM, Krasnov AS, Kharchenko MA, Nikolenko SI, Sveshnikov MM, Bednenko GB. Tooth detection and numbering in panoramic radiographs using convolutional neural networks. Dentomaxillofac 2019;48:20180051.

80) Aydoğdu, M. Adli Odontoloji Ve Yapay Zeka. Sağlık & Bilim 2022: Odontoloji-Iı, 9.

81) Patil V, Vineetha R, Vatsa S, et al. Artificial neural network for gender determination using mandibular morphometric parameters: A comparative retrospective study. Cogent Engineering. 2020;7(1), 1723783.

82) Bewes J, Low A, Morphett A, Pate F D, Henneberg M. Artificial intelligence for sex determination of skeletal remains: Application of a deep learning artificial neural network to human skulls. Journal of forensic and legal medicine. 2019; 62, 40-43.

83) Khazaei M, Mollabashi V, Khotanlou H, Farhadian M. Sex determination from lateral cephalometric radiographs using an automated deep learning convolutional neural network. Imaging science in dentistry.2022; 52.

84) Milošević D, Vodanović M, Galić I, Subašić M. (2019). Estimating biological gender from panoramic dental x-ray images. Paper presented at the 2019 11th international symposium on image and signal processing and analysis (ISPA).

85) Ataş M., Özdemir C., Ataş İ., Ak B., Özeroğlu E. Biometric identification using panoramic dental radiographic images with few-shot learning. Turk J Elec Eng & Comp Sci. 2022 ;30: 1115 – 1126 © TÜBİTAK

86) Verma M, Verma N, Sharma R, Sharma A. Dental age estimation methods in adult dentitions: An overview. Journal of Forensic Dental Sciences. 2019;11(2), 57.

87) Vila-Blanco N, Carreira M J, Varas-Quintana P, Balsa-Castro C, Tomas I. Deep neural networks for chronological age estimation from OPG images. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2020; 39(7), 2374 2384.

88) De Tobel J, Radesh P, Vandermeulen D, Thevissen PW. An automated technique to stage lower third molar development on panoramic radiographs for age estimation: a pilot study. J Forensic Odontostomatol 2017;35:42-54.

89) De Tobel J, Parmentier GIL, Phlypo I, Descamps B, Neyt S, Van De Velde WL, et al. Magnetic resonance imaging of third molars in forensic age estimation: comparison of the Ghent and Graz protocols focusing on apical closure. Int J Legal Med 2019;133:583-592.

90) Merdietio Boedi R, Banar N, De Tobel J, Bertels J, Vandermeulen D, Thevissen PW. Effect of lower third molar segmentations on automated tooth development staging using a convolutional neural network. J Forensic Sci 2020;65:481-6.

91) Sathyavathi, S., & Baskaran, K. R. (2024). Human age estimation using deep convolutional neural network based on dental images (orthopantomogram). *IETE Journal of Research*, *70*(2), 1585-1592.

92) Niño-Sandoval T C, Pérez S V G, González F A, Jaque R A, Infante-Contreras C. Use of automated learning techniques for predicting mandibular morphology in skeletal class I, II and III. Forensic Science International.2017;281, 187. e181-187. e187.

93) Mahasantipiya P, Yeesarapat U, Suriyadet T, Sricharoen J, Dumrongwanich A, Thaiupathump T. (2010). Bite mark identification using neural networks: A preliminary study. Paper presented at the World Congress on Engineering 2012. July 4-6, 2012. London, UK.

94) Sandhya S, Fernandes R, Sapna S, Rodrigues A P. Comparative analysis of machine learning algorithms for Lip print based person identification. Evolutionary Intelligence.2022; 15(1), 743-757.

BÖLÜM VII

KAN HASTALIKLARINA DİŞ HEKİMLİĞİ YAKLAŞIMI

Denistry Approach to Blood Diseases

Mehmet Feryüz ÖKSÜZ[1]&Muhammed Enes NARALAN[2]

[1](Ar. Gör.), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, Rize, Türkiye,
E-mail: mehmetferyuz.oksuz@erdogan.edu.tr
ORCID: 0009-0006-7924-8202

[2](Dr. Öğr. Üyesi)., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, Rize, Türkiye,
E-mail: muhammedenes.naralan@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-2444-4322

1. Giriş

Hematopoetik kök hücreler (HKH), kemik iliğinde yer alan ve tüm kan hücrelerine farklılaşabilen multipotent hücrelerdir. Kendini yenileyebilme kapasiteleri sayesinde, kemik iliğinin mikroçevresinde yaşam boyu süren hematopoezi sürdürürler. Embriyolojik dönemde fetal karaciğer ve dalakta aktifken, doğum sonrası kemik iliğine yerleşerek tüm kan hücrelerinin üretiminden sorumlu hale gelirler [1].

Hematopoez süreciyle üç temel hücre serisi oluşur: oksijen taşıyan eritrositler, bağışıklık yanıtında görevli lökositler ve kanamayı durduran trombositler [2,3]. Bu süreçteki aksaklıklar çeşitli kan hastalıklarına yol açar. Örneğin, eritrosit üretim bozukluğu anemiye, lökositlerin kontrolsüz çoğalması lösemiye, trombosit eksikliği ise trombositopeniye neden olabilir [4].

Genetik mutasyonlar, toksinler ve kemoterapi gibi etkenler, hematopoezi etkileyerek kemik iliği yetmezliği gibi ciddi durumlara neden olabilir [4,5]. Bu

hastalıklar sistemik belirtilerle seyreder ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle erken tanı ve multidisipliner yaklaşım büyük önem taşır [5].

Diş hekimliği pratiğinde de bu hastalıklar sık karşılaşılır. Diş hekimlerinin bu konuda bilgili olması, komplikasyonların önlenmesi ve tedavi sürecinin yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

2. Demir Eksikliği Anemisi

Demir eksikliği anemisi, düşük demir deposu nedeniyle vücuttaki hemoglobin düzeylerinin azalması sonucu oluşan bir hematolojik bozukluktur ve dünya genelinde en yaygın anemi tipi olarak tanımlanmaktadır [6]. Özellikle çocuklar, gebeler ve kadınlarda sık görülmekte olup, düşük gelirli bölgelerde prevalansı daha yüksektir [7,8].

Demir eksikliğinin başlıca nedenleri arasında yetersiz diyet alımı, bağırsak malabsorbsiyonu, yoğun menstrüel kanama ve artan demir ihtiyacı gibi durumlar sayılabilir [7,8]. Bu faktörler demir depolarının tükenmesine yol açarak mikrositik ve hipokrom eritrositlerin üretimine neden olur [9].

2.1. Oral Bulgular

Demir eksikliği anemisi (DEA), ağız içinde atrofik glossitis, angular cheilitis ve mukozal solukluk gibi tipik bulgularla kendini gösterebilir; bazı hastalarda yanma hissi ve inflamatuar değişiklikler bildirilmiştir [6,10]. Aynı zamanda, çürük insidansında artış olabileceği, hem erken çocukluk dönemindeki diş gelişimini hem de mine yapısını etkilediği gösterilmiştir [11,12].

2.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

- Diş hekimleri, atrofik dil yapısı veya uçuk gibi bulguları gözlemleyerek DEA şüphesiyle hastayı hematolojik incelemeye yönlendirebilir [10].
- Hastalarda diş çürüğü riski ve erken diş kaybı artışı göz önünde bulundurularak, remineralizasyonu destekleyici flor uygulamaları önerilmelidir [11].
- İnflamatuar oral lezyonlar (örneğin angular cheilitis) görüldüğünde, altta yatan demir eksikliği değerlendirilmeli ve gerekirse antimikrobiyal tedavi uygulanmalıdır [10].
- Ciddi cerrahi işlemler öncesi demir stabilizasyonu sağlanmalı, gerekirse hematolog onayı alınmalı; bu sayede postoperatif kanama komplikasyonları önlenebilir [9].

• Oral hijyenin önemi vurgulanmalı, diyet düzenlemesi yapılarak C vitaminiyle birlikte demir emilimi desteklenmelidir [7].

3. Megaloblastik Anemi

Megaloblastik anemi, DNA sentezindeki aksaklık nedeniyle kemik iliğinde büyük boyutlu, çekirdeği olgunlaşmamış eritrositlerin (megaloblastların) anormal şekilde birikmesiyle karakterize makrositik bir anemi türüdür [13]. Bu durum, B_{12} vitamini ve/veya folat eksikliğine bağlı olarak gelişir; bu vitaminler DNA sentezinde önemli rol oynar. [13][14]. B_{12} veya folat eksikliği, timidin sentezini bozarak DNA replikasyonunu engeller; bu da hücre döngüsünün durmasına ve çekirdek ile sitoplazma arasında senkronizasyon bozukluğuna neden olur [13]. Bu hücreler nükleer olarak olgunlaşmazken sitoplazmaları büyümeye devam ettiği için hacimce büyük, fonksiyonel anlamda yetersiz hücreler ortaya çıkar [13][15]. Pernisiyöz anemide intrensek faktör eksikliği sonucu B_{12} emilimi bozulması bu duruma örnektir [15].

3.1. Oral Bulgular

B_{12}/folat eksikliğine bağlı megaloblastik anemide, ağız mukozasında atrofik glossitis, mukozal yanma hissi, angular cheilitis ve tekrarlayan ülserasyonlar sık görülür [13][14]. Ayrıca disfaji ve tat duyusunda bozulmalar da klinik olarak tanımlanmıştır [14].

3.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Ağız içi pürüzsüz kızarık dil, yanma veya mukozal ülserler saptandığında, hastanın B_{12} ve folat düzeylerinin sistemik olarak araştırılması için yönlendirilmesi gerekir.

• Oral lezyonlarda topikal antifungal ve antienflamatuvar ajanlar kullanılabilir; ancak esas tedavi sistemik vitamin replasmanı ile desteklenmelidir [13].

• Tedavi sonrası mukozal bulgularda hızlı genel iyileşme gözlenebildiğinden, diş hekimi tarafından tedavi öncesi ve sonrası klinik değerlendirme yapılmalıdır [14].

• B_{12} ve folat eksikliklerinin periodontal hastalıklarla ilişkisinin güçlü olduğu bildirilmiştir; serum düzeyleri düşük olan bireylerde daha derin periodontal cep tespit edilmiştir. Bu sebeple periodontal bakım ve profesyonel temizlik önerilmelidir [15].

• Dental işlemler sırasında lokal anestezi uygulanırken travmatik uygulamalardan kaçınılmalıdır [14].

4. Aplastik Anemi

Aplastik anemi, kemik iliğinin yetersiz kan hücresi üretmesi (pansitopeni) ile karakterize nadir fakat ciddi bir hematolojik bozukluktur. Bu durum, eritrosit, lökosit ve trombositlerde eş zamanlı düşüşe yol açar ve hastayı hem enfeksiyonlara hem de hemorajilere karşı savunmasız bırakır [16]. Çoğu vakada etiyoloji idiopatik kabul edilse de bazı durumlarda viral enfeksiyonlar, toksin maruziyeti veya kemik iliğini baskılayan ilaçlar rol oynayabilir. [17,18]. Pansitopeni şiddeti, nötrofil sayısı 0 – 0.2 × 10^9/L ise çok ciddi, 0.2–0.5× 10^9/L arasında ise ciddi sınıflandırılır [16].

4.1. Oral Bulgular

Aplastik anemili hastalarda oral belirtiler yaygındır ve hastalığın merkezini oluşturur. Bu bulgular arasında şunlar yer alır:

• Mukozal solukluk ve peteşi-purpura,
• Spontan gingival kanamalar,
• Ciddi vakalarda gingival hiperplazi ve mukozitis görülebilir.

İlaveten, yetersiz oksijen nedeniyle mukozada solgunluk; nötropeni sonucu fungal veya viral enfeksiyonlar görülebilir [16,19,20].

4.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

1. Hemostazı sağlamak için platelet sayısı <50 000/μL olan hastalarda invazif işlemler öncesi hematoloji konsültasyonu önerilir; gerekli görüldüğünde platelet transfüzyonu yapılmalıdır. [21,22].

2. Enfeksiyon riskinin yüksek olması nedeniyle, ciddi periodontal veya cerrahi işlemler öncesinde antibiyotik profilaksisi diş hekimi ve hematolog tarafından değerlendirilmelidir. [21,23].

3. Gingival hiperplazi, genellikle siklosporin gibi immünosupresan ilaçların kullanımına bağlı olarak gelişebilir; bu durumlarda ilaç değişikliğinin gerekliliği, hematoloji konsültasyonu alınarak değerlendirilmelidir [16,19].

4. Oral hijyenin ve diş eti sağlığının korunması, kandida enfeksiyonu gibi fırsatçı enfeksiyonların önlenmesi açısından büyük önem taşır; bu süreçte hem hekimlerin hem de hastaların eğitimi gereklidir. [20,23].

5. Kemik iliği nakli geçiren hastalarda yoğun immünsupresyona bağlı olarak mukozit gelişebilir; bu dönemde travmatik işlemler mümkün olduğunca ertelenmeli ve mukozit tedavisi uygulanmalıdır [16,19].

6. Kronik vakalarda bazı hastalarda implant yerleşimi uygun koşullar sağlandığında uygulanabilmektedir ancak bu işlem sistematik medikal değerlendirme eşliğinde uygulanmalıdır. [24].

5. Talasemiler

Talasemi, hemoglobin zincirlerini kodlayan genlerdeki kalıtsal mutasyonlar nedeniyle hemoglobin sentezinde azalma veya bozulma ile seyreden bir grup kalıtsal hemoglobinopatidir [25].

- Alfa talasemi, alfa-globin zincirlerini kodlayan genlerin bir veya birkaçında delesyon/mutasyon sonucu gelişir. Klinik tablo taşıyıcı formdan ağır fetal hidropsa kadar uzanabilir [25].
- Beta talasemi ise beta-globin zincirlerinin üretiminin azaldığı veya durduğu bir durumdur. En ciddi formu olan beta talasemi majör, hastaların ömür boyu düzenli kan transfüzyonuna ihtiyaç duyduğu bir tablodur [25,26].

5.1. Oral Bulgular

Beta talasemi majör hastalarında kemik iliği hiperplazisine bağlı yüz ve çene kemiklerinde belirgin deformiteler ortaya çıkar. Bu bulgular arasında:

- Frontal bossing,
- Maksiller çıkıntı
- Sınıf II maloklüzyon,
- Diastema,
- Palatal yüksek damak gibi iskeletsel anomaliler yer alır [26].

Ayrıca, mine hipoplazisi, çürük riski, periodontal hastalıklar ve mukozal solukluk gibi oral bulgular da sık gözlenmektedir [26,27].

5.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

- Diş hekimi müdahaleleri, mümkünse hastanın kan transfüzyonunu takiben birkaç gün içinde yapılmalı, Hb düzeyi stabilken planlanmalıdır [25].
- Splenektomi sonrası enfeksiyon riski artar; bu nedenle antibiyotik profilaksisi bazı girişimler öncesinde değerlendirilmelidir [26].
- Mine defektlerine ve çürüğe karşı florid destek, düzenli profesyonel temizlik ve ağız hijyeni eğitimi verilmelidir [27].
- Kraniyofasiyal anomaliler nedeniyle ortodontik sorunlar sık görülür; bu nedenle erken dönemde ortodontik değerlendirme önerilir [26].

• Sistemik demir yüklenmesi nedeniyle oluşabilecek kardiyak komplikasyonlar, dental girişimlerde lokal anestezik ve antibiyotik seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır [25].

6. Orak Hücre Anemisi

Orak hücre anemisi, hemoglobinin β-zincirinde meydana gelen bir nokta mutasyonu sonucu oluşan kalıtsal bir hemoglobinopati olup, eritrositlerin orak şeklini almasına ve fonksiyon bozukluğuna neden olur [28]. Bu anormal hücreler kapiller damarları tıkayarak hipoksiye, ağrılı krizlere, hemolize ve multiorgan hasarına yol açar [28,29].

6.1. Oral Bulgular

Orak hücre anemisi hastalarında oral bulgular yaygındır ve sistemik etkilerle ilişkilidir:

• Kan akımındaki yetersizlik, mine hipoplazisi ve dişlerde erken dönemde gelişen pulpal nekrozun sık görülmesine neden olmaktadır. [29].

• Trabeküler kemik değişiklikleri ve osteomiyelit, mandibulada diğer bölgelere kıyasla daha sık izlenmektedir [30].

• Gingival hiperplazi, periodontitis, mukoza solgunluğu ve gecikmiş diş sürmesi gibi bulgular da görülmüştür [30,31].

6.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Cerrahi işlemler öncesi enfeksiyon riski değerlendirilmelidir. Splenektomi öyküsü olan ya da nötropenik bireylerde hematoloji konsültasyonu alınarak antibiyotik profilaksisi başlanabilir [30].

• Ağrı, soğuk ve stres, orak hücre krizlerini tetikleyebileceği için işlem sırasında ve sonrasında stres kontrolü ve uygun analjezi sağlanmalıdır [30,31].

• Lokal anestezik seçiminde, epinefrin içeren solüsyonların dikkatle kullanılması önerilir; vasküler spazm riski nedeniyle epinefrinsiz seçenekler tercih edilmelidir [31].

• Dental implantlar, kemik vaskülarizasyonunun bozulması nedeniyle genellikle önerilmez; alternatif protetik yaklaşımlar düşünülmelidir [32].

• Cerrahi sonrası sıvı alımının artırılması, enfeksiyon kontrolü ve invazif işlemlerin mümkünse transfüzyon sonrası döneme planlanması önemlidir [30].

7. Lösemiler

Lösemi, hematopoetik sistemin malign hastalıklarından biridir ve kemik iliğindeki hematopoetik kök hücrelerin kontrolsüz çoğalması ile karakterizedir. Normal hücre üretimi baskılanarak anemi, trombositopeni ve immün yetmezlik tablosu gelişir [33].

7.1. Klinik ve Hematolojik Sınıflandırma

7.2. Klinik seyre göre:

• **Akut lösemiler**: Hızlı gelişim gösteren, olgunlaşmamış hücrelerin baskın olduğu tablolardır. En sık tipleri akut lenfoblastik lösemi (ALL) ve akut myeloid lösemi (AML)'dir [34].

• **Kronik lösemiler**: Sessiz seyreden, olgun veya yarı olgun hücrelerin baskın olduğu türlerdir. En yaygınları kronik lenfositik lösemi (CLL) ve kronik myeloid lösemi (CML)'dir [34,35].

7.3. Hücre tipine göre:

• **Lenfoid (Lenfoblastik) Lösemiler**: B veya T lenfosit serilerinden türeyen anormal hücre proliferasyonudur. ALL çocuklarda en sık görülen kanserdir [36].

• **Myeloid Lösemiler**: Monosit, granülosit veya eritrosit-seri hücrelerin malign dönüşümünden kaynaklanır. AML erişkinlerde daha yaygındır [35].

7.4. Oral Bulgular

Lösemide oral belirtiler, sıklıkla sistemik semptomlardan önce ortaya çıkabilir. En sık gözlenen belirtiler:

• Gingival hipertrofi,
• Spontan dişeti kanaması,
• Peteşi, purpura,
• Mukozal ülserasyon,
• Ağız kuruluğu ve tat kaybı,
• Diş hareketliliği ve alveoler kemik kaybı [33,36].

Oral mukozit, kemoterapi veya radyoterapiye bağlı olarak da gelişebilir ve ağrılı lezyonlara yol açar. Çocukluk çağı lösemilerinde diş çürüğü prevalansı artmıştır [36,37].

7.5. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Tedavi öncesi ağız hijyeni sağlanmalı; potansiyel enfeksiyon odakları uzaklaştırılmalıdır [37,38].

• İnvaziv işlemler öncesinde hastanın nötrofil (>1.000/mm³) ve trombosit (>75.000/mm³) düzeyleri kontrol edilmelidir. Düşükse işlem ertelenmeli veya uygun şekilde transfüzyon planlanmalıdır [34,38].

• Antibiyotik profilaksisi, nötropenik hastalarda veya splenektomi öyküsü olanlarda düşünülmelidir [38].

• Kemoterapi ya da kemik iliği nakli sırasında ortaya çıkabilecek mukozitlere karşı, tuzlu su gargaraları ve topikal anestezik uygulamaları gibi semptomatik tedaviler tavsiye edilmektedir [36,37].

• Radyoterapi sonrası gelişebilecek kserostomi, sekonder enfeksiyonlar ve Graft Versus Host hastalığı (GVHD) için düzenli dental kontrol şarttır [39].

8. Hemofili A

Hemofili A, faktör VIII eksikliği sonucu gelişen X'e bağlı resesif kalıtsal bir koagülopatidir. En sık görülen hemofili türüdür ve erkeklerde daha yaygındır [40].

Klinik belirtiler arasında cilt altı kanamalar, ekimoz, hemartroz ve cerrahi sonrası uzamış kanamalar yer alır.

8.1. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Diş çekimi veya cerrahi işlem öncesi, faktör VIII konsantresi verilerek hedef düzeyin %50–100'e çıkarılması gerekir.

• Lokal hemostatik materyaller, dikiş ve traneksamik asit gibi antifibrinolitik ajanlar kullanılmalıdır.

• Postoperatif geç kanama riski olduğundan hastalar yakın takip edilmelidir [41].

9. Hemofili B

Hemofili B, faktör IX eksikliği ile karakterizedir ve "Christmas hastalığı" olarak da bilinir. Klinik ve dental komplikasyonlar hemofili A'ya benzerlik gösterir [41].

9.1. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Faktör IX replasmanı, işlem öncesi hedef %50 faktör düzeyine ulaşacak şekilde planlanmalıdır [41].

• Lokal hemostaz önlemleri aynıdır. NSAİ grubu ağrı kesicilerden kaçınılmalı, parasetamol tercih edilmelidir [41].

10. Hemofili C

Hemofili C, faktör XI eksikliğidir ve otozomal resesif olarak geçer. Diğer hemofili türlerine göre daha hafif kanama eğilimi vardır ve sıklıkla Aşkenazi Yahudileri arasında görülür.

Spontan kanama nadirdir; travmaya bağlı veya cerrahi sonrası kanama gözlenebilir [42].

10.1. Diş Hekimliği Yaklaşımı

• Diş çekimi gibi işlemlerde plazma transfüzyonu veya antifibrinolitik ajan kullanımı yeterli olabilir.

• Faktör XI konsantresi her ülkede yaygın bulunmadığı için hemostaz, genellikle lokal yöntemlerle desteklenir [42].

11. Von Willebrand Hastalığı (VWD)

VWD, von Willebrand faktörünün (vWF) azlığı veya fonksiyonel bozukluğu nedeniyle ortaya çıkan, en sık görülen herediter kanama bozukluğudur [43].

vWF hem faktör VIII'in stabilizasyonu hem de platelet adezyonunda görev alır.

11.1 Diş Hekimliği Yaklaşımı

• vWD tipi ve şiddetine göre;
- Desmopressin (DDAVP),
- vWF/FVIII konsantreleri veya
- Antifibrinolitik ajanlar uygulanır [43,44].

• Diş çekimi veya periodontal cerrahi öncesi hemostatik tedavi planlanmalıdır.

• Lokal kanama kontrolü için dikiş, spongostan, fibrin yapıştırıcılar gibi ajanlar önerilir [44].

12. İmmün Trombositopenik Purpura (ITP)

İmmün Trombositopenik Purpura (ITP), trombositlerin immün sistem tarafından hedef alınarak yıkılması sonucu gelişen, edinilmiş bir trombositopenidir. Bu durumda trombosit sayısı genellikle 100×10^9/L'nin altına

düşer ve yaşamı tehdit edici kanamalar 20–30×10⁹/L'nin altındaki değerlerde daha sık görülür [45].

ITP çoğunlukla primer formda ortaya çıksa da bazı hastalarda sistemik lupus eritematozus (SLE), hepatit C veya HIV enfeksiyonları ile ilişkili sekonder formlar da görülebilir [50].

12.1. Oral Bulgular

Düşük trombosit düzeyine sahip bireylerde en yaygın ağız içi belirtiler:

- Gingival kanama,
- Mukozal peteşi,
- Ekimoz (morarma) ve
- Spontan veya minimal travmaya bağlı kanamalardır [46,47].

Bu bulgular, hastalığın ilk belirtisi olabilir ve diş hekimine başvuru sebebi oluşturabilir.

12.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

- Tam kan sayımı (hemogram) mutlaka istenmeli, özellikle trombosit düzeyi değerlendirilmelidir.
- Trombosit sayısı >50×10⁹/L ise, basit cerrahi işlemler (diş çekimi, basit cerrahi girişimler) genellikle güvenle uygulanabilir [48].
- Trombosit sayısı <50×10⁹/L olan vakalarda işlem öncesi trombosit transfüzyonu düşünülmelidir [48].
- Kanama kontrolü için lokal hemostatik yöntemler kullanılmalıdır:
  - Primer dikiş,
  - Fibrin spreyler,
  - Jelatin sünger (spongostan),
  - Antifibrinolitik ajanlar (örneğin traneksamik asit gargara/jel) [48,49].
- Kortikosteroid, rituksimab gibi immünsupresif ajanlarla tedavi edilen hastalarda enfeksiyona yatkınlık artmış olduğundan, herhangi bir invaziv girişim öncesinde hasta hematolog ile konsülte edilmelidir. [45,47].

13. Trombotik Trombositopenik Purpura (TTP)

Trombotik Trombositopenik Purpura (TTP), mikrotromboz ile karakterize, nadir fakat hayatı tehdit eden bir mikroanjiyopatik hemolitik anemi ve trombositopeni sendromudur. Temel patogenez, ADAMTS13 adlı bir enzim eksikliğiyle ilişkilidir. Bu enzim, von Willebrand faktör

multimelerini parçalayamaz; bu da trombosit kümelenmesine ve damar içi pıhtılara yol açar [51].

TTP, klasik olarak pentad şeklinde tanımlanan beş belirgin klinik bulgu ile seyreden bir tablodur:

1. Trombositopeni
2. Mikroanjiyopatik hemolitik anemi (MAHA)
3. Nörolojik semptomlar
4. Ateş
5. Renal yetmezlik [52]

13.1. Oral Bulgular

- Peteşi ve ekimozlar
- Dişetinde veya oral mukozada spontan kanama
- Nadir olgularda hemorajik büller [53]

13.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

- İşlem öncesi kan sayımı (özellikle trombosit ve LDH) ve koagülasyon testleri yapılmalıdır.
- Trombosit sayısı >50×10^9/L ise basit işlemler dikkatle yapılabilir.
- Oral cerrahi ya da invaziv girişim öncesi hematolog ile konsültasyon zorunludur.
- Lokal hemostatik ajanlar (oksitlenmiş selüloz, jelatin sünger), antifibrinolitik ajanlar (traneksamik asit) önerilir.
- Enfeksiyon kontrolü, antiseptik kullanımı, sistemik destek tedavisiyle kombine edilmelidir [54].
- Mümkünse elektif girişimler, hastalığın kontrol altına alındığı remisyon dönemine ertelenmelidir.[51].
- Antibiyotik profilaksisi, nötropeni ya da immünsüpresyon varlığında değerlendirilmeli.
- NSAİİ kullanımından kaçınılmalı, parasetamol tercih edilmelidir [54].

14. Polisitemia Vera (VAQUEZ HASTALIĞI):

Polisitemia Vera (PV), kemik iliğinde eritrosit üretiminin artmasıyla karakterize kronik bir myeloproliferatif hastalıktır. Genellikle JAK2 V617F mutasyonu ile ilişkilidir. Eritrosit sayısındaki artış, kan viskozitesini artırarak tromboz riski oluşturur [55].

PV hastalarında ayrıca lökosit ve trombosit düzeyleri de artabilir. Baş ağrısı, halsizlik, baş dönmesi, görme bulanıklığı, kaşıntı (özellikle sıcak duş sonrası) ve hipertansiyon sık görülen sistemik bulgulardır [56].

14.1. Oral Bulgular

- Dişeti kanaması
- Mukozada eritem
- Dilde ve yanak mukozasında ödem ve hiperemi
- Nadir olarak peteşi veya trombotik komplikasyonlara bağlı nekrotik lezyonlar [57]

14.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

- Cerrahi girişim planlanmadan önce hemogram, hematokrit ve trombosit düzeylerini içeren kapsamlı bir hematolojik değerlendirme yapılmalıdır.
- Hematokrit >55% olan hastalarda, işlemden önce flebotomi veya hematolojik müdahale gerekebilir [58].
- Tromboz riski yüksek olduğundan cerrahi işlemler minimal invaziv ve kısa süreli olmalıdır.
- Lokal anestezide epinefrin kullanımı sınırlı tutulmalıdır [59].
- Aspirin profilaksisi kullanan hastalarda kanama riski göz önünde bulundurulmalı, lokal hemostatikler (spongostan, dikiş, traneksamik asit) mutlaka hazır bulundurulmalıdır [55,58].

15. Hodgkin Lenfoma (HL)

Hodgkin Lenfoma, klasik formda Reed-Sternberg hücreleri ile tanınan, B-hücre kökenli malign bir lenfoproliferatif hastalıktır. Genellikle boyun, aksilla ve mediastinal lenf düğümlerini tutar. En sık genç erişkinlerde (15–35 yaş) ve yaşlılarda (≥55) görülür. Tipik semptomlar arasında ateş, gece terlemesi ve kilo kaybı yer alır [60].

15.1. Oral Bulgular:

Kemoterapiye bağlı olarak ağız kuruluğu, tat değişikliği, mukozal ülserasyonlar ve kandidiyazis gelişebilir [61,62]. Boyun ve submandibular lenfadenopati de görülebilir [62].

15.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

Tedavi öncesinde ağız hijyeninin stabilize edilmesi büyük önem taşır. Aktif kemoterapi sürecinde nötropeni izleniyorsa elektif işlemler ertelenmelidir.

Koruyucu önlemler arasında flor uygulamaları, alkolsüz klorheksidin solüsyonları ve antifungal ajanlar yer alır [63].

16. Non-Hodgkin Lenfoma (NHL)

NHL, çoğunluğu B-hücre kökenli maligniteleri kapsayan heterojen bir lenfoma grubudur [60]. Baş-boyun bölgesi tutulumu HL'ye göre daha sıktır. Diş hekimi, hastalığın ilk belirtisi olabilecek oral bulguları fark ederek tanıda kritik rol oynayabilir [63].

16.1. Oral Bulgular:

- Sert, ağrısız şişlikler
- Dişlerde mobilite veya yer değiştirme
- Mental sinir tutulumu ile seyreden uyuşukluk
- Çekim sonrası iyileşmeyen soket [63]

16.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

Şüpheli oral lezyonlar biyopsi ile değerlendirilmelidir [63]. Kemoterapi süresince invaziv girişimlerden kaçınılmalı, sistemik durum göz önünde bulundurulmalıdır. Yoğun ağız hijyeni eğitimi, tükürük destekleyici ajanlar ve mantar enfeksiyonlarından korunma önemlidir [62].

17. Burkitt Lenfoma

Burkitt Lenfoma, MYC geni translokasyonu (8;14) ile ilişkili, son derece agresif seyreden bir B-hücreli NHL alt tipidir. Endemik formu Afrika'da yaygındır ve çene kemiği tutulumu baskındır; sporadik formu ise karın bölgesine yerleşir [64].

17.1. Oral Bulgular:

- Hızla büyüyen çene kitleleri
- Dişlerde yer değiştirme
- Dişeti proliferasyonu
- Ağrısız fakat invaziv karakterli şişlikler [64]

17.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

Çene bölgesinde ani gelişen şişlikler ve diş mobilitesi, lenfomanın erken tanısında göz önünde bulundurulması gereken önemli klinik bulgulardan birisidir [64]. Kemoterapi öncesinde invaziv cerrahi işlemler, potansiyel

komplikasyonlar kontrol altına alınarak tamamlanmalı ve mümkünse ertelenmelidir. [62,64].

18. Multiple Myelom

Multiple Myelom, plazma hücrelerinin klonal proliferasyonuyla karakterizedir. CRAB kriterleri tanıyı destekler: hiperkalsemi, renal bozukluk, anemi, kemik lezyonları [65].

18.1. Oral Bulgular:

- Çene kemiklerinde litik radyolüsent alanlar
- Dişlerde mobilite
- Spontan fraktür
- Bisfosfonat ilişkili osteonekroz
- Kandida ve ülserasyonlar [65,66]

18.2. Diş Hekimliği Yaklaşımı

Panoramik radyografi ve KIBT ile kemik lezyonları önceden tespit edilmelidir [65].

Bisfosfonat tedavisi gören hastalarda osteonekroz riski dikkate alınmalı, cerrahi işlemler mutlaka hematolog kontrolünde yapılmalıdır [66].

Kserostomiye karşı topikal florür, suni tükürük ve oral hijyen desteklenmelidir [62].

19. Sonuç ve Değerlendirme

Hematolojik hastalıklar, yalnızca sistemik etkileriyle değil, aynı zamanda ağız içi bulgularıyla da diş hekimliği pratiğini etkileyen önemli ve sık karşılaşılan klinik durumlar arasında yer almaktadır. Bu hastalıklar, kimi zaman ağızda ortaya çıkan belirtilerle fark edilen sistemik durumlar olabilirken, kimi zaman da uygulanan dental işlemler sırasında komplikasyon riskini artırarak klinik süreci zorlaştırabilir.

Özellikle Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi alanında çalışan diş hekimlerinin bu hastalıklara karşı dikkatli olması büyük önem taşır. Radyolojik değerlendirmelerde karşılaşılan kemik rezorpsiyonları, yumuşak doku değişiklikleri ya da lenfadenopati gibi bulgular, altta yatan hematolojik bir hastalığın habercisi olabilir. Bu noktada ağız, diş ve çene radyolojisi uzmanlarının tanısal farkındalıklarının yüksek olması, hastanın genel sağlık durumu açısından kritik rol oynar.

Dental tedavi planlaması yapılırken hastanın medikal durumu göz önünde bulundurulmalı, gerektiğinde hematoloji uzmanı ile konsültasyon sağlanmalıdır. Tedavi sürecinde enfeksiyon kontrolü, hemostaz yönetimi ve sistemik ilaçların etkileri dikkate alınmalı, cerrahi ve invaziv işlemler bu doğrultuda planlanmalıdır.

Sonuç olarak, hematolojik hastalıklar karşısında bilinçli, dikkatli ve multidisipliner yaklaşım benimseyen diş hekimleri hem hasta güvenliğini artırır hem de dental işlemlerin daha başarılı ve kontrollü şekilde sunulmasını sağlar.

KAYNAKÇA

1. Kwon, M., Kim, B. S., Yoon, S., Oh, S.-O., & Lee, D. (2024). Hematopoietic Stem Cells and Their Niche in Bone Marrow. International Journal of Molecular Sciences, 25(13), 6837. https://doi.org/10.3390/ijms25136837

2. Jirouskova, M., Shet, A. S., & Johnson, G. J. (2007). A guide to murine platelet structure, function, assays, and genetic modifications. Journal of Thrombosis and Haemostasis, 5(4), 661–669. https://doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02369.x

3. Golebiewska, E. M., & Poole, A. W. (2015). Platelet biology and functions: new concepts and clinical perspectives. Blood Reviews, 29(6), 301–309. https://doi.org/10.1016/j.blre.2015.03.003

4. Wautier, J.-L., & Wautier, M.-P. (2018). Red blood cells: the forgotten player in hemostasis and thrombosis. Thrombosis Research, 163, 48–52. https://doi.org/10.1016/j.thromres.2018.01.005

5. Dzierzak, E., & Bigas, A. (2018). Blood development: hematopoietic stem cell dependence and independence. Cell Stem Cell, 22(5), 639–651.

6. Velliyagounder, K., Chavan, K., & Markowitz, K. (2024). *Iron deficiency anemia and its impact on oral health—A literature review*. *Dentistry Journal*, 12(6), 176.

7. "Iron Deficiency Anemia and Dental Caries: A Systematic Review." (2024). *Global Pediatric Health*, 11.

8. Frontiers in Nutrition. (2023). *Oral manifestations of iron imbalance*.

9. BMC Oral Health. (2025). *Pica practices, anemia, and oral health outcomes: a systemic review*.

10. Hatfield, S. (2025). *A Hygienist's Overview of the Effects of IronDeficient Anemia on Oral Health*. *Today's RDH*.

11. Frontiers in Nutrition. (2023). *Iron deficiency… promotes dental caries… early eruption… enamel effects*.

12. Sciencedirect. (2025). *Effect of iron deficiency and supplementation on tooth structure*.

13. Boukssim, S., & Chbicheb, S. (2024). Oral manifestations of vitamin B12 deficiency associated with pernicious anemia: A case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, 121, 109931.

14. National Library of Medicine. (2024). Oral manifestations of Vitamin B12 deficiency: glossitis, cheilitis and ulceration. *PMC11254220*.

15. Yamamoto, T., et al. (2016). Individuals with vitamin B12 deficiency exhibit diverse oral manifestations: a retrospective analysis. *BMC Oral Health*, 16, 215.

16. Romanian Journal of Oral Rehabilitation. (2022). *Aplastic anemia and health of the oral cavity: clinical considerations*. Vol. 14(1), 159–166.

17. Uludağ Üniversitesi. (2023). *Oral Manifestations of Aplastic Anemia: A Case Report*. *Avicenna Journal of Dental Research*, 15(4), 189–191. doi:10.34172/ajdr.1679

18. Young, N. S. (2020). *Aplastic anemia: current concepts and treatment advances*. *N Engl J Med*, 382(19), 2046–2056.

19. Hedayati Panah, M., Shahsavand Baghdadi, L., & Fatholah, S. (2023). *Oral manifestations of aplastic anemia*. *Avicenna Journal of Dental Research*, 15(4), 189–191.

20. Morikawa, S., et al. (2021). *Periodontitis management in a patient with aplastic anemia: a case report*. *Journal of Medical Case Reports*, 15(581). doi:10.1186/s13256-021-03170-0

21. Oyaizu, K., et al. (2005). *Periodontal treatment in severe aplastic anemia*. *Journal of Periodontology*, 76(7), 1211–1216.

22. Jones, J. E., et al. (2003). *Dental management of idiopathic aplastic anemia: report of a case*. *Pediatric Dentistry*, 3(3), 267–272.

23. American Academy of Pediatric Dentistry. (2018). *Best practices for immunosuppressive patients*.

24. PMC. (2015). *Dental implant rehabilitation in aplastic anemia*. *PMC4641218*.

25. Aziad, A., & Darbar, U. (2023). *Thalassemia review: features, dental considerations and management*. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 33(2), 115–123.

26. Ayed, M. S., et al. (2023). *Oral health status and treatment needs among thalassemia major patients: a cross-sectional study*. *Journal of Clinical and Laboratory Research*, 17(3), 200–205.

27. Kaur, R., & Singh, G. (2020). *Oral manifestations and dental considerations in patients with beta-thalassemia major: A review*. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 24(1), 141–145.

28. Ronaszek, G., & Smith, P. (2022). *Oral manifestations and management of sickle cell disease*. *International Journal of Global Health*, 12(4), 234–240.

29. Brown, T., et al. (2022). *Rate of dental extractions in patients with sickle cell disease*. *BMC Oral Health*, 22(1), 180. https://doi.org/10.1186/s12903-022-02230-2

30. Kakkar, M., & Gangwani, P. (2022). *Dental implants in patients with sickle cell disease: A review of literature*. *Annals of Clinical and Medical Case Reports*, 9(10), 1–5.

31. Ravi, P., et al. (2019). *Oral health status and dental considerations in sickle cell disease patients: a clinical review*. *Journal of Dental Research and Review*, 6(1), 18–22.

32. Owusu-Antwi, J., & Mensah, J. (2021). *Oral care challenges in sickle cell disease: implications for dental education*. *African Health Sciences*, 21(2), 987–993

33. Zimmermann, C. et al. (2015). Dental treatment in patients with leukemia: A review. *Journal of Oncology*, 2015, 571739.

34. Treviño-Tijerina, M. C. et al. (2023). Dental dilemmas in blood disorders: Navigating oral health in hematological diseases. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 9(4E), 284–286.

35. Yong, C. W. et al. (2022). Dental evaluation prior to cancer therapy. *Frontiers in Oral Health*, 3, 876941.

36. Silveira, B. B. et al. (2024). Oral manifestations in pediatric patients with leukemia: A systematic review and meta-analysis. *JADA*, 155(10), 858–870.e30.

37. Ptasiewicz, M. et al. (2022). Oral hygiene considerations in adult patients with leukemia. *IJERPH*, 19(1), 479.

38. Deliverska, E., & Krasteva, A. (2013). Oral signs of leukemia and dental management. *Journal of IMAB*, 19(4), 388–391.

39. Leukemia & Lymphoma Society. (2023). *Dental and Oral Complications of Cancer Treatment* [Fact Sheet].

40. Abed, H., & Ainousa, A. (2017). *Dental management of patients with inherited bleeding disorders*. *General Dentistry*, 65(6), 56–60.

41. Srivastava, A., Santagostino, E., Dougall, A., Kitchen, S., Sutherland, M., Pipe, S. W., ... & WFH Guidelines for the Management of Hemophilia

panelists and co-authors. (2020). WFH guidelines for the management of hemophilia. Haemophilia, 26, 1-158.

42. Gill, J. C. (2019). *Hemophilia C: Clinical spectrum and dental considerations*. *Haemophilia*, 25(3), 330–336.

43. Mannucci, P. M. (2016). *Von Willebrand disease: A clinical overview*. *New England Journal of Medicine*, 375(21), 2067–2076.

44. Bowen, J., & Holme, P. (2021). *Oral management in von Willebrand disease*. *British Dental Journal*, 231(9), 567–571.

45. van Dijk, L., Tichelaar, V., van Zaane, B., & Meijer, K. (2021). Dentoalveolar procedures in immune thrombocytopenia: A systematic review. *TH Open*, 5(4), e498–e504. https://doi.org/10.1055/s-0041-1741014

46. Abdulkadir, M. et al. (2024). Oral healthcare in patients with idiopathic thrombocytopenic purpura: clinical risks and dental precautions. *International Journal of Hematology and Oral Medicine*, [ResearchGate preprint].

47. Ekuni, D., Yamamoto, T., & Miyake, Y. (2018). Oral mucosal manifestations in patients with thrombocytopenia. *Oral Diseases*, 24(3), 467–472.

48. Chahine, K., & Kavoukjian, H. (2020). Hemostasis management in dental procedures for patients with hematologic conditions. *Journal of Dental Medicine*, 35(2), 127–132.

49. Patel, V., & Girdler, N. M. (2022). Local haemostatic measures for dental patients with bleeding tendencies. *British Dental Journal*, 232(6), 412–416.

50. Neunert, C., et al. (2019). American Society of Hematology 2019 guidelines for immune thrombocytopenia. *Blood Advances*, 3(23), 3829–3866. https://doi.org/10.1182/bloodadvances.2019000812

51. George, J. N., & Nester, C. M. (2014). Syndromes of thrombotic microangiopathy. New England Journal of Medicine, 371(7), 654–666. https://doi.org/10.1056/NEJMra1312353

52. Scully, M., et al. (2017). How I treat: thrombotic thrombocytopenic purpura. Blood, 129(21), 2836–2846. https://doi.org/10.1182/blood-2016-10-709857

53. Sharma, M., & Shah, M. (2022). Oral manifestations of thrombotic microangiopathies. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 80(2), 253–258.

54. Korduner, E. K., et al. (2020). Dental treatment in patients with thrombotic thrombocytopenic purpura: A case-based review. Spec Care Dentist, 40(2), 170–174. https://doi.org/10.1111/scd.12447

55. Spivak, J. L. (2017). Polycythemia vera: myths, mechanisms, and management. Blood, 130(22), 2601–2608. https://doi.org/10.1182/blood-2017-07-743922

56. Tefferi, A. (2021). Polycythemia vera and essential thrombocythemia: 2021 update on diagnosis, risk-stratification and management. American Journal of Hematology, 96(1), 118–132. https://doi.org/10.1002/ajh.26034

57. AlDallal, S. M. (2020). Oral findings in patients with polycythemia vera: A case report and literature review. Case Reports in Dentistry, 2020, Article ID 4569834. https://doi.org/10.1155/2020/4569834

58. Barbui, T., et al. (2018). Contemporary management of polycythemia vera. Leukemia, 32(5), 1057–1068. https://doi.org/10.1038/s41375-018-0087-4

59. Patel, V., & Girdler, N. (2022). Dental risk assessment for medically complex patients. British Dental Journal, 232(2), 84–90.

60. Armitage, J. O. (2010). Early-stage Hodgkin's lymphoma. New England Journal of Medicine, 363(7), 653–662.

61. Hong, C. H., et al. (2019). A systematic review of oral complications from cancer therapy. Cancer, 125(11), 1994–2002.

62. Saunders, D. P., et al. (2013). Management of oral health in patients receiving cancer therapy. British Dental Journal, 215(11), 581–586.

63. Slootweg, P. J. (2016). Oral manifestations of lymphoma. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics, 28(2), 239–249.

64. Blum, K. A., Lozanski, G., & Byrd, J. C. (2004). Adult Burkitt leukemia and lymphoma. Blood, 104(10), 3009–3020.

65. Kyle, R. A., & Rajkumar, S. V. (2004). Multiple myeloma. New England Journal of Medicine, 351(18), 1860–1873.

66. Ruggiero, S. L., et al. (2014). Medication-related osteonecrosis of the jaw—2014 update. J Oral Maxillofac Surg, 72(10), 1938–1956.

BÖLÜM VIII

DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

Artificial Intelligence Applications in Dentistry

Ozan UYSAL[1] & Hayati Murat AKGÜL[2]

[1](Arş. Gör.), Denizli Pamukkale Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi Anabilim Dalı,
E-mail: ouysal@pau.edu.tr
ORCID:0009-0003-3214-8552

[2](Prof. Dr.), Denizli Pamukkale Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene
Radyolojisi Anabilim Dalı,
E-mail: hakgul@pau.edu.tr
ORCID:0000-0002-0830-0054

1. Giriş

Yapay zekâ, makinelerin insan zekâsını taklit edebilme yeteneğini kazanmasını amaçlayan, uygulamalı bilgisayar biliminin modern bir dalıdır. Genel sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamaları fiziksel ve sanal bileşenler olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Fiziksel bileşenler, gelişmiş robotlar veya otomatik robotik kollar şeklinde kendini gösterirken, sanal bileşenler ise klinik karar destek sistemleri gibi yazılım tabanlı algoritmalardan oluşmaktadır. (1) Yapay zekânın kökenlerinin, Antikythera mekanizması gibi antik Yunan mühendislik eserlerine ve 1495 yılında Leonardo da Vinci'nin çizdiği eskizlere dayandığı ifade edilmektedir. (2,3) Bununla birlikte, günümüz yapay zekâ anlayışının, bilim kurgu yazarı Isaac Asimov'un 1942'de yayımlanan Runaround adlı kısa öyküsünden ilham alınarak geliştiği düşünülmektedir. Söz konusu hikâyede, mühendis Donavan ve

Powell tarafından geliştirilen bir robotun öyküsü anlatılmakta olup, bu anlatının özellikle Marvin Minsky (MIT Yapay Zekâ Laboratuvarı'nın kurucusu) başta olmak üzere birçok bilim insanına ilham verdiği belirtilmektedir. (4) Yapay zekâ alanında önemli bir dönüm noktası, Alan Turing'in 1950 yılında Mind adlı felsefe dergisinde yayımlanan Hesaplamalı Makineler ve Zekâ başlıklı makalesinde, akıllı makineleri test etmek için önerdiği "Turing Testi"dir. Turing testi, bilgisayar bilimindeki yapay zekâ problemlerinin mimari ve mantıksal çerçevesini oluşturmuş olup, günümüzde hâlâ yapay zekâ sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. (5–7) "Yapay zekâ" terimi ise ilk kez 1956 yılında Dartmouth Koleji'nde düzenlenen sekiz haftalık bir çalıştayda John McCarthy tarafından kullanılmış ve böylece yapay zekâ, bağımsız bir bilim alanı olarak doğmuştur. (4,8) 1950'lerden günümüze yapay zekâ, mantık ve felsefe disiplinlerindeki kavramları gözden geçirerek, bilgi teknolojileri, sibernetik, sağlık, istatistik ve matematik gibi çeşitli alanlarda sayısız yenilikle desteklenmiş ve büyük bir gelişim göstermiştir. (3,9)

2. Yapay Zekâ Algoritmaları

Yapay zekâ, hesaplama yeteneği sayesinde psikolojiden; algılama, akıl yürütme ve eyleme geçme kabiliyetiyle de bilgisayar biliminden ayrılan bir yapıya sahiptir. Günümüzde yapay zekâ teknolojisi, her alanda pratik faydalar sunacak hale gelmektedir. (10) Yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, bulanık mantık ve uzman sistemler yapay zekâ yöntemlerinin başlıcalarıdır. (11) Genetik algoritmalar, evrimsel süreçlerden ilham alarak, doğal seleksiyon ve kalıtım gibi özellikleri temel alarak problemlerin çözümünde doğru veya yaklaşık doğru çözümler elde etmek için geliştirilmiş bir hesaplama modelidir. (12) Uzman sistemler, belirli bir alandaki bir uzmanın veri ile ilgili karşılaştığı problemleri çözme yeteneğini taklit eden, düzenli bir bilgi tabanına sahip bilgisayar yazılımlarıdır. Bu sistemler, oluşturulan kurallar ve sebep-sonuç ilişkileri doğrultusunda bir sonuca ulaşmayı hedefler. (13) Verilerde belirsizlik bulunduğunda, bulanık mantık yöntemleriyle modeller birleştirilerek performansın artırılması hedeflenir. (14) Bulanık sistemler, yaklaşık muhakeme yapma ve belirsiz verilerle tahmini değerler üzerinden kararlar alma yetenekleri sayesinde robotik, otomasyon, bilgi depolama, denetim sistemleri, fonksiyon optimizasyonu ve görüntü işleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. (15) Yapay sinir ağları (YSA), insan merkezi sinir sistemindeki nöronların matematiksel modellerinin bir uzantısı olan bilişimsel ağlardır. İnsan beyni, yaklaşık on milyar nörondan meydana gelir. Bu nöronlar, bilgiyi almak,

işlemek ve iletmek için biyokimyasal süreçler kullanır. YSA da biyolojik sinir ağlarına benzer şekilde yapay nöronlardan oluşur. Yapay bir nöronun öğrenme kapasitesi, verilerin ağırlıklarının belirli bir öğrenme algoritmasına göre ayarlanmasıyla sağlanır. (16,17) YSA'da ileri beslemeli ve geri beslemeli olmak üzere iki farklı yayılma yöntemi kullanılmaktadır. İleri beslemeli ağ yapılarında bilgiler yalnızca giriş katmanından çıkış katmanına doğru iletilir; bu süreç, birden fazla ara katmandan geçerek gerçekleşebilir. Ancak, bu yapı içinde önceki katmanlara yönelik herhangi bir geri besleme bağlantısı bulunmamaktadır. Geri beslemeli ağlarda ise, çıktı ve ara katmanların çıktıları bir önceki katmanlara geri iletilir. Tekrarlayan ağlar ise geri besleme bağlantılarına sahiptir ve bu yapı sayesinde ağın çıktısı, aynı zamanda giriş olarak da kullanılabilir. YSA'nın avantajları; insan sinir sistemi gibi problemleri çözebilmek için öğrenebilme yeteneğinin bulunması, paralel çalışan karmaşık işlevleri basit şekilde çözebilmesi ve hızlı bir şekilde sonuç üretebilmesidir. YSA'nın bir başka üstün tarafı da ayrı ayrı elemanlardan oluşan hasarın, analiz başarısında önemli bir azalmaya neden olmaması ve genellikle genel performansı etkilememesidir. (18)

2.1. Makine Öğrenimi

Makine öğrenmesi, yapay zekânın bir alt dalı olup, kendisine sağlanan verilerden otomatik olarak öğrenebilen, önceden programlanmaya gerek duymadan tahmin yapabilen, karar verebilen ve örnek verilere dayanarak matematiksel modeller oluşturabilen algoritmalardan oluşur. (19,20) Makine öğrenmesi uygulamaları, önceden programlanmaya gerek duymadan verilerden öğrenebilir, farklı araçlar kullanarak tahminlerde bulunup öneriler sunabilir ve bilgisayar uygulamalarının performansını artırmaya katkı sağlayabilir. (19,21) Makine öğrenmesinde, sinir ağları, destek vektör makineleri ve evrimsel hesaplama yöntemlerinde genellikle bir eğitim ve bir test seti kullanılır. Eğitim seti, etiketli verilerden ve makine öğrenme algoritmalarının öğrenme sürecinde yararlanabileceği etiketlenmemiş örneklerden oluşan bir veri kümesidir. Test seti ise, modelin daha önce karşılaşmadığı yeni örnekleri içeren veri grubudur. Makine öğrenimi sürecinde amaç, eğitim seti aracılığıyla bir sınıflandırma modeli geliştirmek ve ardından bu modelin başarımını test seti ile değerlendirerek ölçmektir. (20) Makine öğrenmesinde, verilerden anlamlı ilişkiler elde etmek amacıyla denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ve hibrit öğrenme gibi farklı öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır. (22,23) Denetimli öğrenme, modelin giriş verisi ile beraber hedeflenen çıktı verilerinin de sağlandığı bir öğrenme yöntemidir. Bu yöntemde, modelin ürettiği çıktı

değerleri, beklenen değerlerle karşılaştırılarak doğruluğu değerlendirilir. (22) Denetimsiz öğrenmede, yalnızca problemle ilgili giriş verileri sisteme sunulur. Model, bu verilerin yapısına dayanarak kendi başına öğrenme sürecini gerçekleştirir. Sınıflar önceden belirlenmediği için, ilk adım olarak veriler analiz edilip sınıflar oluşturulur ve sonrasında yeni verilerin hangi sınıfa ait olduğu tahmin edilir. (22,24) Destekleyici (takviyeli) öğrenme sistemleri, denetimli ve denetimsiz öğrenme yöntemlerine benzer özellikler taşır. Bu yöntemde, modele tıpkı denetimsiz öğrenmede olduğu gibi sadece giriş verileri sağlanır. Ancak, modelin çıktılarını doğru ya da yanlış olarak değerlendiren bir danışman bulunur. Bu tür öğrenmenin amacı, çevre ile etkileşimde bulunan ve performansı sürekli olarak iyileştiren bir sistem geliştirmektir. (25) Hibrit öğrenme hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme tekniklerini içerir. Asıl amacı sınıflandırma yapmaktır. Bu yüzden literatürde hibrit modelde genellikle denetimsiz öğrenme, denetimli öğrenmeye destek sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. (26)

3. Derin Öğrenme

Yakın zamana kadar, makine öğreniminde genellikle doğrusal olmayan dönüşüm içeren, en fazla iki katmandan oluşan basit mimariler tercih edilmiştir. Bu yapılar birçok problemi çözmede başarılı olsa da günlük yaşamda karşılaşılan konuşma, ses ve dil gibi doğal verilerde yetersiz kalmaktadır. Veri miktarının artması ve yapısının daha karmaşık bir hâl alması, Yapay Sinir Ağlarının (YSA) öğrenme yeteneklerini artırmaya yönelik çeşitli yöntemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bu yöntemlerden biri ise derin öğrenme olarak bilinmektedir. (19) Derin öğrenme, farklı soyutlama seviyelerine karşılık gelen çok katmanlı öğrenmeyi amaçlayan bir makine öğrenimi algoritmaları kümesidir. Genellikle yapay sinir ağları kullanır. Bu öğrenilmiş istatistiksel modellerdeki katmanlar, birbirinden farklı kavramsal seviyelere karşılık gelir; üst düzey kavramlar alt düzey kavramlardan türetilirken, aynı alt düzey kavramlar birden fazla üst düzey kavramın tanımlanmasına yardımcı olabilir. Derin Öğrenme, ses, metin ve görüntü gibi verileri anlamlandırmaya yardımcı olan çok katmanlı temsillerin ve soyutlamaların öğrenilmesine odaklanmaktadır. Genel amaçlı grafik işlem birimleri (GPGPU'lar) gibi donanım teknolojilerindeki önemli ilerlemeler, eğitim süreçlerinde kullanılan veri setlerinin ciddi oranda büyümesi ve makine öğrenmesi ile sinyal ve bilgi işleme alanlarında kaydedilen son yenilikler derin öğrenmenin günümüzde geniş çapta benimsenmesinin üç temel nedenidir. Bu gelişmeler, derin öğrenme algoritmalarının karmaşık ve doğrusal olmayan fonksiyonları verimli bir şekilde işleyebilmesine, katmanlı özellik temsillerini

öğrenebilmesine ve hem etiketsiz hem de etiketli verilerden etkin bir biçimde faydalanabilmesine olanak sağlamaktadır. (26)

Klasik makine öğrenme yöntemlerinde, bir model oluşturmak için öncelikle özellik vektörlerinin çıkarılması gerekir. Bu süreç, uzmanlık ve zaman gerektirir, bu nedenle geleneksel yöntemler ham veriyi işleyemez. Derin öğrenme ise bu sorunu çözerek önemli bir gelişme sağlar. Derin ağlar, ham veriler üzerinde doğrudan öğrenme yaparak ön işleme ihtiyacını ortadan kaldırır ve çok katmanlı yapısı sayesinde karmaşık görüntüleri etkili bir şekilde işler. (27)

Tıp ve diş hekimliği alanlarında, ikinci görüş almak için bilgisayar destekli tanı yazılımları kullanılmaktadır. Son yıllarda, tıp ve diş hekimliği uygulamalarında geleneksel bilgisayar destekli tanı yazılımı sistemlerinin tasarımı ve ayarlanması zorluğu, derin öğrenme teknikleriyle entegre edilerek aşılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde derin öğrenme yöntemlerinin nitel ve nicel uygulamaları, teşhis ve tedavi süreçlerinde daha doğru ve etkili kararların alınmasına yardımcı olmuştur. Derin evrişimli sinir ağları, hem iki boyutlu (periapikal, bitewing, panoramik) hem de üç boyutlu konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüler üzerinde dişlerin otomatik tanınması ve sınıflandırılması, periodontal kemik rezorpsiyonunun tespiti ve ölçülmesi, diş yüzeylerindeki çürüklerin tespiti, periapikal lezyonların teşhisi, ağız içindeki anatomik yapıların incelenmesi, osteoporoz tanısı, görüntü segmentasyonu, hastalığın seyrinin tahmin edilmesi, kist veya tümörlerin tespiti ve teşhisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca, oral mukoza patolojilerinin tanımlanmasında ve ağız kokusunun tespitinde de derin öğrenme tabanlı görüntü analizleri büyük bir rol oynamaktadır. (28,29)

4. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Yapay zekâ, modern insan yaşamının her alanında yaygın bir gerçeklik haline gelirken, diş hekimliğinde de önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Klinik karar destek sistemleri gibi yapay zekâ uygulamaları, sağlık profesyonellerine uzman desteği sağlamak için kullanılmaktadır. Büyük tıbbi verilerden anlamlı bilgiler çıkararak makine öğrenimi ve tahminler yapmak, diş hekimliği alanında hızla yayılmaktadır. Yapay zekânın tıbbi alandaki rolü arttıkça, diş hekimliğinde de önemli bir genişleme beklenmektedir. Görsel olarak doğrulanan diş çürükleri ve gömülü dişlerin teşhisinin yanı sıra, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve sefalometrik röntgen analizleri ile diş tedavisine yönelik yapay sinir ağları tabanlı makine öğrenimi uygulayan çalışmalar aktif olarak devam etmekte olup, bazı somut sonuçlar hızlı bir şekilde ticarileşme

aşamasına gelmektedir. (7) Aynı şekilde tıbbî alanda olduğu gibi, klinik uygulamalarda kullanılabilir algoritmaların geliştirilebilmesi için, kamuya açık veri setlerinin oluşturulmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bunu başarmak için araştırmacıların, makalelerinde kullandıkları verileri kişisel bilgileri saklı tutarak yayınlamaları gerekmektedir ve her ülkenin yasal ve kurumsal desteği de gereklidir. Ayrıca, diş hekimliği alanındaki kamuya açık verileri güvenilir bir şekilde toplayan, kataloglayan ve arşivleyen ortak, ücretsiz bir depo oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle, derin öğrenmenin klinik uygulamalarını mümkün kılmak için büyük ölçekli bir diş hekimliği kamu veri seti oluşturmanın gerekliliğine özellikle vurgu yapılması önemlidir. Diş hekimliği alanında veri seti oluşturulmasının standartlaştırılmasının yanı sıra, veri standardizasyonunun gerekliliği de vurgulanmalıdır. Ayrıca, yapay zekânın güvenilirliğini artırmak için, derin öğrenme ağlarının insanlar tarafından kolayca anlaşılabilir ve düzenlenebilir şekilde görselleştirilmesi ve değiştirilmesi amacıyla bir araç geliştirilmesi gerekmektedir. (28)

4.1 Ağız, Diş ve Çene Radyolojisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Son dönemde diş hekimliği radyolojisi alanında yapılan yapay zekâ araştırmalarında, temel olarak görüntü sınıflandırma, tespit, segmentasyon, kaydetme, üretme ve iyileştirme işlevlerini gerçekleştirebilen evrişimli sinir ağları kullanılmaktadır. Radyoloji alanında geliştirilen yapay zekâ sistemleri, radyografik teşhisin desteklenmesi, görüntü analizinin optimize edilmesi ve görüntü kalitesinin artırılması gibi amaçlara yönelik olarak tasarlanmıştır. (30) Öncelikle, yapay zekâ tabanlı otomatik yorumlama sistemlerinin geliştirilmesi büyük miktarda veri gerektirmekte olup, veri miktarını artırmak için uygun bir veri genişletme sürecine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, eğitim veri setlerinin minimum hata içermesi, yüksek doğruluk ve tutarlılık seviyelerine sahip olması gerekmektedir. Aksi takdirde, yapay zekâ sisteminin öğrenme süreci uygun şekilde gerçekleşmeyecektir. Bu nedenle, yeterli deneyime sahip oral ve maksillofasiyal radyologların bu süreçlere katılımı büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, veri etiketleme, açıklama ve çizim işlemlerinin doğru ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi için uygun araçların geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, oral ve maksillofasiyal radyologlar tarafından ayrıntılı bir şekilde etiketlenmiş verileri içeren geniş ölçekli bir veri havuzunun oluşturulması zorunludur. Günümüzde, küçük ölçekli verilerle yapılan parçalı çalışmalar, diş hekimliği alanında klinik uygulamalara entegre edilebilecek derin öğrenme algoritmalarının geliştirilmesi açısından yetersiz kalmaktadır. Başarılı bir

öğrenme süreci için yeterli miktarda eğitim verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitim veri seti oluşturulurken, oral ve maksillofasiyal (OMF) radyologlarının her bir görüntüde hedef hastalık veya anatomik yapıyı açıklamalı olarak işaretlemesi gerekmektedir. Bu süreç oldukça zor ve zaman alıcıdır, bu nedenle makul sonuçlar elde ederken eğitim veri setlerinin boyutunu en aza indirmek daha verimli olacaktır. Gelecekteki araştırmaların, yukarıda bahsedilen büyük veri havuzunda toplanan veriler kullanılarak, belirli diş görüntüleri için yeterli veri miktarını daha kesin bir şekilde belirlemesi beklenmektedir. Yapay zekâ sistemlerinin yüksek performans gösterebilmesi yalnızca veri miktarına değil, aynı zamanda ağ mimarisi ve çeşitli katmanlar, fonksiyonlar, filtreler, başlatıcılar, optimizasyon yöntemleri ve öğrenme oranı gibi parametre yapılandırmalarına da bağlıdır. Bu unsurlar, yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesinde geniş deneyime sahip uzmanlar tarafından dikkatlice organize edilmelidir. (31)

Diş hekimliği, tanısal radyolojinin dünya genelinde en yaygın kullanıldığı alanlardan biridir. Özellikle iki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin yanı sıra üç boyutlu ve ileri düzey görüntüleme teknikleri, teşhis sürecinde, tedavi planlamasında ve klinik takibin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçlerde elde edilen büyük hacimli radyolojik veriler, yapay zekâ araştırmaları için değerli bir kaynak oluşturmaktadır. (32) Yapay zekâ radyoloji alanında; diş segmentasyonları ve numaralandırma, diş kök morfolojilerinin belirlenmesi, anatomik landmarkların belirlenmesi, periapikal patoloji tespiti, kemik kalitesi değerlendirme, pulpa kalsifikasyonu tespiti, büyüme-gelişim takibi ve tanısal işlemlerde (çürük, periodontitis vb.) kullanılmaktadır. (33–36) Yapay zekânın diş hekimliği radyolojisindeki en önemli potansiyel rollerinden biri de, patolojilerin tanısında kullanılmasıdır. İyi eğitilmiş bir yapay zekâ modelinin, insan gözlemcilerle aynı seviyeye ulaşabileceği hatta onları aşabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle, klinisyenler tarafından kolayca gözden kaçabilecek belirsiz lezyonların tespitinde veya radyolojik yorum süresini kısaltmak amacıyla ön tarama yaparak daha fazla inceleme gerektiren potansiyel patolojileri vurgulamak için kullanılabilir. (37) Genel diş hekimliği alanındaki çalışmalar ağırlıklı olarak panoramik radyografiler ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri üzerinden yürütülmekle birlikte, çürük teşhisine yönelik bite-wing ve periapikal görüntüler, anatomik referans noktalarının belirlenmesine yönelik sefalometrik radyografiler ve ortodontik gelişimin değerlendirilmesine yönelik el-bilek radyografileri de yapay zekâ uygulamalarında kullanılan görüntüleme teknikleri arasındadır. (38–41)

4.2 Ağız, Diş ve Çene Cerrahisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Üçüncü molar diş çekimleri, cerrahi pratiğin en yaygın uygulamalarından biridir. İşlem öncesinde olası komplikasyon riskinin ve cerrahi zorluk seviyesinin değerlendirilmesi ile post-operatif yüz şişliğinin öngörülmesi amacıyla derin öğrenme modelleri geliştirilmiştir. (42) İmplant tedavisi, yaygın olarak uygulanan cerrahi prosedürler arasında yer almakta olup, planlama aşamasında kemik yüksekliği ve genişliği ile çevredeki anatomik yapılar titizlikle değerlendirilmelidir. Yapay zekâ tabanlı araştırmalarda, panoramik radyografiler kullanılarak dişsiz bölgelerde implant planlaması yapılmakta, peri-implantitis tespiti gerçekleştirilmeye çalışılmakta ve yerleştirilen implantların modelinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. (43,44) Yapay zekâ uygulamaları, temporomandibular eklem (TME) hastalıklarının teşhisi, implant cerrahisinde kemik kalitesinin değerlendirilmesi ve inferior alveolar sinir dalının tespiti ile segmentasyonu gibi çeşitli cerrahi alanlarda da kullanılmaktadır. (45)

4.3 Protetik Diş Tedavisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Protetik diş hekimliğinde yapay zekâ, hareketli ve sabit protez planlaması, teşhis ve tedavi planlaması, CAD/CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım/Bilgisayar Destekli Üretim) uygulamaları, dijital gülüş tasarımı ile renk seçimi gibi çeşitli alanlarda aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda, sabit restorasyonların üretiminde CAD/CAM sistemlerinin yaygınlaşması, geleneksel yöntemlere kıyasla işlem süresini kısaltarak insan kaynaklı hataları en aza indirmesi sayesinde klinik uygulamalarda verimliliği artırıcı bir etki yaratmıştır. Kullanılan yapay zekâ algoritmalarının etkinliği belirli ölçüde kanıtlanmış olsa da gelişen teknolojiler ve literatüre eklenen yeni çalışmalarla bu algoritmaların güvenilirliğinin ve başarısının daha da artırılması gerekmektedir. (46) Ayrıca özellikle estetik restorasyonlarda renk belirleme sürecinin önemi artmış ve bu alanda yapay sinir ağları kullanılarak çeşitli modeller geliştirilmiştir. (47)

4.4 Ortodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Ortodontistlerin standart hasta bakımını sağlamalarına ve belirlenen tedavi hedeflerine ulaşma olasılığını en üst düzeye çıkarmalarına katkıda bulunabilecek yapay zekâ tabanlı sistemler, destekleyici bir araç olarak işlev görmektedir. (42) Ortodontik maloklüzyonların sınıflandırılması, anatomik referans noktalarının tespiti, tedavi sonrası yüz değişikliklerinin öngörülmesi ve fotoğraflar üzerinden sınıflandırma yapmaya yönelik yapay zekâ uygulamaları geliştirilmektedir. (48)

Özellikle sefalometrik analiz, ortodontik tedavi planlamasında kritik bir rol oynamakta olup, bu analizde anatomik referans noktalarının belirlenmesinde yapay zekâ tabanlı sistemlerin kullanımı önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. (41) Ortognatik cerrahi, yapay zekânın ortodonti alanındaki önemli uygulamalarından bir diğeridir. Ortodontistlerin rekonstrüksiyon, dijital tedavi planlaması ve kişiye özel cerrahi hazırlık konularındaki gereksinimleri, yapay zekâ tabanlı sistemlerin gelişimine katkıda bulunmuş ve bu alandaki ilerlemeleri teşvik etmiştir. (49)

4.5 Endodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Endodontik tedavilerde yapay zekâ teknolojileri; tanı desteği, periapikal lezyon tespiti, kök kırıklarının belirlenmesi, kök ve kanal morfolojisindeki farklılıkların analiz edilmesi, kanal içi doğru çalışma uzunluğunun hesaplanması, retreatment gereksiniminin öngörülmesi, tedavi sonrası ağrı değerlendirmesi ve restoratif tedavi planlaması gibi alanlarda klinik ve radyolojik olarak işlem öncesi ve sonrası süreçlerde aktif olarak kullanılmaktadır. (50,51) Mandibular ikinci molar dişlerin kök kanal tedavisinin başarısında önemli bir yer tutan C şekilli kanal formasyonunun panoramik radyografi üzerinde tespitinde, yine derin öğrenme mimarileri kullanılmıştır. (44)

Günümüzde modern endodontide teknolojik ürünlerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Geçmişten günümüze bu teknolojilerin entegrasyonu, endodontik tedavilerin başarısını artırmış ve daha konforlu tedavi süreçlerinin uygulanmasına olanak sağlamıştır. Kanal tedavisi vakalarının büyük çoğunluğunda verilerin kayıt altına alınması, yapay öğrenme ve yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. (52) Kök ve kanal morfolojisine yönelik destek sağlayan mevcut sistemlerin başarılı bir şekilde geliştirilmesi, deneyimli mühendisler ile uzman diş hekimlerinin multidisipliner iş birliği sayesinde mümkün olmaktadır. Uzman diş hekimleri, kök ve kanal morfolojisinin değerlendirilmesinde periapikal radyografi veya dental volumetrik tomografi (DVT) görüntülerinden yararlanmaktadır. Tomografik görüntülerin üç boyutlu yapısı nedeniyle morfolojiyi daha ayrıntılı yansıtabilmesi, mühendisleri DVT görüntüleri ile yapay zekâ modellerini eğitmeye yönlendirmiştir. Ancak, endodontide yaygın olarak kullanılan bu yöntemin yüksek radyasyon maruziyeti bazı araştırmacıları panoramik radyografik görüntüler üzerinde çalışmaya teşvik etmiş, elde edilen sonuçlar ise yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesinde iki boyutlu görüntülerin de etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. (33)

4.6 Restoratif Diş Tedavisinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Geçtiğimiz birkaç on yılda, diş çürüklerinin tedavisine yönelik olarak geliştirilen çeşitli tutuculuk ve restorasyon yöntemleri başarıyla uygulanmıştır. Özellikle derin fissürler, sıkı interproksimal temas alanları ve sekonder lezyonların varlığı, hastalığın erken dönemde tespit edilmesini zorlaştırmakta ve çoğu lezyon ileri aşamalarda saptanabilmektedir. Bu bağlamda, panoramik, periapikal ve bitewing radyografiler ile dental sond gibi yaygın kullanılan ve güvenilirliği yüksek tanı araçları mevcut olmasına rağmen, çürüklerin taranması ve kesin tanısının konulması büyük ölçüde klinik deneyime dayanmaktadır. Diş çürüklerinin doğru şekilde tespit edilmesi, ağız ve diş sağlığı yönetiminde maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlarken, uzun vadede doğal dişlerin korunma ihtimalini de artırmaktadır. (49) Yapay zekâ alanında en çok üzerinde durulan konulardan biri radyografiler üzerinden çürük tespitinin yapılması olmuştur. Bite-wing, periapikal ve panoramik radyografilerde de yapay zekâ algoritmalarının proksimal çürük tespit etme doğruluk oranı araştırmacılar tarafından tatmin edici düzeyde bulunmuştur. (53,54) Direkt restorasyonlarda kullanılacak restoratif materyalin (kompozit reçine veya amalgam) belirlenmesi ve restorasyonların ömrünün tahmin edilmesi amacıyla vaka tabanlı öğrenme modelleri geliştirilmektedir. Yapay zekâ modellerinin, diş çürüklerinin, dikey diş kırıklarının ve restorasyon başarısızlığının öngörülmesinde kullanım alanı önemli ölçüde yaygınlaşmış olsa da, restoratif diş hekimliğinde klinik performansı değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. (55)

4.7 Periodontolojide Yapay Zekâ Uygulamaları

Periodontolojide yapay zekâ uygulamaları, diş hekimliği öğrencilerinin preklinik eğitimine katkı sağlayabileceği gibi, radyografik olarak kemik kayıplarının analizi, plak kontrol etkinliğinin değerlendirilmesi ve periodontal hastalıkların teşhisinde destekleyici bir araç olarak kullanılabilir. Periodontitisin şiddetinin, yaygınlığının ve tedavi sürecinin karmaşıklığının belirlenmesinde yalnızca kemik kaybı miktarının değerlendirilmesi yeterli olmayıp, klinik ataşman kaybı, sondalama cep derinliği ve diş kayıplarının da dikkate alınması gerekmektedir. (56) Yapay zekâ, henüz yaygın olarak kullanılmasa da periodontolojide plak tespiti, gingival inflamasyonun değerlendirilmesi, sondalama ile cep derinliği ölçümü, alveolar kemik kaybının analizi, periodontal hastalıkların teşhisi, hastalık prognozunun belirlenmesi,

peri-implantitisin değerlendirilmesi ve halitozisin tespiti gibi çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. (57)

4.8 Pedodontide Yapay Zekâ Uygulamaları

Yapay zekâ uygulamalarının, hekimlerin daha bilinçli kararlar almasına ve klinik performanslarını artırmasına yardımcı olabileceği öngörülmektedir. Özellikle pedodonti alanında, hızlı ve doğru karar verme süreci, çocuk hastaların tedaviye uyumunu sağlamak ve tedavi başarısını artırmak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, çocuk diş hekimliğinde yapay zekâ destekli sistemlerin kullanımı, klinisyenler için önemli bir kolaylık sağlayabilir. Ancak, mevcut literatürde pedodonti alanında gerçekleştirilen yapay zekâ çalışmaları henüz sınırlı sayıdadır. (58) Geliştirilecek algoritmalar hem bireysel hem de toplumsal düzeyde ağız sağlığı programlarının planlanması ve değerlendirilmesinde etkin bir rol oynayarak, koruyucu stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Çocuk diş hekimliği alanında, yapay zekâ uygulamalarının özellikle davranış yönlendirme teknikleri, ebeveyn ve hasta eğitimi gibi konularda daha fazla geliştirilmesi ve ilgili veri setlerinin genişletilmesi gerekmektedir. (30) Pedodonti alanındaki yapay zekâ uygulamaları kronolojik yaş tespiti, diş çürüğü tespiti, çocukların ağız sağlığı durumunun ve tedavi ihtiyaçlarının tahmini ve dişlerin otomatik tespiti gibi alanlarda yer bulmuştur. (42)

4.9 Adli Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Adli diş hekimliği alanında yapay zekâ, X-ışını görüntülerinden faydalanarak bireylerin yaş tahmini, cinsiyet belirleme ve bu doğrultuda diş profillerinin oluşturulması süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Belirli klinik uygulamalarda üç boyutlu evrişimli sinir ağı algoritmalarının entegrasyonuna dayalı yeni bir iş akışı sunulmaktadır. Bu kapsamda, biyolojik yaş ve cinsiyet tayini, otomatikleştirilmiş üç boyutlu sefalometrik analiz ile kafatası ve yumuşak dokudan yüz morfometrisinin tahmini gibi süreçler yer almaktadır. Üç boyutlu evrişimli sinir ağı teknolojilerinin adli tıp alanında devrim niteliğinde bir dönüşüm sağlayabileceği ve üç boyutlu sinir ağları temelli adli analiz süreçlerini olağanüstü düzeyde geliştirebileceği öngörülmektedir. (59)

5. Sonuç

Son yıllarda yapay zekâ alanında yaşanan hızlı ilerlemeler, yakın gelecekte modern diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılacak bir teknolojiye

dönüşeceğini göstermektedir. Bu gelişmeler, diş hekimliği uygulamalarında daha etkin, verimli ve öngörülebilir sonuçlar elde edilmesi açısından önemli bir potansiyel barındırmaktadır. Teknolojik gelişmeler, sağlık alanında olduğu gibi diş hekimliği pratiğinde de önemli değişimlere yol açmaktadır. Yapay zekâ, özellikle tıbbi görüntüleme, teşhis, tedavi planlaması ve hasta yönetimi gibi alanlarda diş hekimlerine önemli avantajlar sağlamaktadır. Makine öğrenmesi, derin öğrenme ve evrişimli sinir ağları (CNN) gibi yapay zekâ yöntemleri, tanısal doğruluğu artırarak klinik karar destek sistemleriyle bütünleşik biçimde çalışmaktadır. Bu algoritmalar, panoramik ve periapikal radyografiler, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ile manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi görüntüleme teknikleri aracılığıyla diş çürükleri, periodontal hastalıklar, kemik rezorpsiyonları ve kistik lezyonların saptanmasında etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Yapay zekâ tabanlı sistemler, diş hekimlerinin karar alma süreçlerini destekleyerek tanı doğruluğunu artırmaktadır. Gelecekte, daha gelişmiş algoritmalar ve büyük veri setleriyle yapay zekânın klinik süreçlere entegrasyonu daha da yaygınlaşacak ve diş hekimliğinde yüksek doğrulukta tahmin ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

1. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of Artificial Intelligence in Dentistry. J Dent Res. 2021;100(3):232-244.

2. Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E, et al. Deep Learning: A Primer for Radiologists. RadioGraphics. 2017;37(7):2113-2131.

3. Miladinović M, Mihailović B, Mladenović D, et al. Artificial intelligence in clinical medicine and dentistry. Vojnosanit Pregl. 2017;74(3):267-272.

4. Haenlein M, Kaplan A. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. Calif Manage Rev. 2019;61(4):5-14.

5. Muggleton S. Alan Turing and the development of Artificial Intelligence. AI Communications. 2014;27(1):3-10.

6. Sunali D, Khanna S, Dhaimade PA, Khanna S. Artificial Intelligence: Transforming Dentistry Today. Indian Journal of Basic and Applied Medical Research. 2017;(6):161-167.

7. Park WJ, Park JB. History and application of artificial neural networks in dentistry. Eur J Dent. 2018;12(4):594.

8. Khanagar SB, Al-ehaideb A, Maganur PC, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry – A systematic review. J Dent Sci. 2021;16(1):508-522.

9. Hassabis D. Artificial Intelligence: Chess match of the century. Nature. 2017;544(7651):413-414.

10. Pannu A, Student MT. Artificial Intelligence and Its Application in Different Areas. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). 2015;4(10).

11. Baxt WG. Application of artificial neural networks to clinical medicine. The lancet. 1995;346(8983):1135-1138.

12. Mathew T V. Genetic Algorithm. 2012.

13. Bahrammirzaee A. A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems. Neural Comput Appl. 2010;19(8):1165-1195.

14. Nabiyev VV. Yapay Zekâ: İnsan-Bilgisayar Etkileşimi. 5. Baskı. Türkiye:Seçkin Yayıncılık;2012.

15. El Hatri C, Boumhidi J. Fuzzy deep learning based urban traffic incident detection. Cogn Syst Res. 2018;50:206-213.

16. Heaton J. Artificial Intelligence for Humans Volume 1: Fundamental Algorithms. 2013.

17. Sydenham PH, Thorn R. Handbook of Measuring System Design. Wiley; 2005.

18. Hamzaçebi Ç. Yapay sinir ağları. Türkiye:Ekin Yayınevi;2011.

19. Hasan Sapci A, Aylin Sapci H. Artificial Intelligence Education and Tools for Medical and Health Informatics Students: Systematic Review. JMIR Med Educ. 2020;6(1).

20. Zhang X Da. A matrix algebra approach to artificial intelligence. *A* Matrix Algebra Approach to Artificial Intelligence. 2020:1-805.

21. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. J Am Coll Cardiol. 2018;71(23):2668-2679.

22. Fyfe C. Artificial Neural Networks and Information Theory. 2000.

23. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. Metabolism. 2017;69:36-40.

24. Ng A. Generative Learning Algorithms.; 2008.

25. Raschka Sebastian, Mirjalili Vahid. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, Scikit-Learn, and TensorFlow. 2017.

26. Deng L, Yu D. Deep learning: Methods and applications. Foundations and Trends in Signal Processing. 2013;7(3-4):197-387.

27. İnik Ö, Ülker E. Derin öğrenme ve görüntü analizinde kullanılan derin öğrenme modelleri. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 2017;6.3:85-104.

28. Hwang JJ, Jung YH, Cho BH, Heo MS. An overview of deep learning in the field of dentistry. Imaging Sci Dent. 2019;49(1):1.

29. Corbella S, Srinivas S, Cabitza F. Applications of deep learning in dentistry. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2021;132(2):225-238.

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

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

32. Leite AF, Gerven A Van, Willems H, et al. Artificial intelligence-driven novel tool for tooth detection and segmentation on panoramic radiographs. Clin Oral Investig. 2021;25(4):2257-2267.

33. Hiraiwa T, Ariji Y, Fukuda M, et al. A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. Dentomaxillofacial Radiology. 2019;48(3).

34. Hung K, Montalvao C, Tanaka R, Kawai T, Bornstein MM. The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. Dentomaxillofacial Radiology. 2019;49(1).

35. Schwendicke F, Rossi JG, Göstemeyer G et al. Cost-effectiveness of artificial intelligence for proximal caries detection. J Dent Res. 2021;100(4):369-376.

36. Farhadian M, Shokouhi P, Torkzaban P. A decision support system based on support vector machine for diagnosis of periodontal disease. BMC Res Notes. 2020;13(1):1-6.

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

38. Lee J-H, Han S-S, Kim Y-H, Lee C, Kim I. Application of a fully deep convolutional neural network to the automation of tooth segmentation on panoramic radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2020;129(6):635-642.

39. Lahoud P, EzEldeen M, Beznik T et al. Artificial Intelligence for Fast and Accurate 3-Dimensional Tooth Segmentation on Cone-beam Computed Tomography. J Endod. 2021;47(5):827-835.

40. Setzer FC, Shi KJ, Zhang Z et al. Artificial intelligence for the computer-aided detection of periapical lesions in cone-beam computed tomographic images. J Endod. 2020;46(7):987-993.

41. Kise Y, Ikeda H, Fujii T et al. Preliminary study on the application of deep learning system to diagnosis of Sjögren's syndrome on CT images. Dentomaxillofacial Radiology. 2019;48(6):20190019.

42. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Vishwanathaiah S et al. Scope and performance of artificial intelligence technology in orthodontic diagnosis, treatment planning, and clinical decision-making-A systematic review. J Dent Sci. 2021;16(1):482-492.

43. Choi H-I, Jung S-K, Baek S-H et al. Artificial intelligent model with neural network machine learning for the diagnosis of orthognathic surgery. Journal of Craniofacial Surgery. 2019;30(7):1986-1989.

44. Jeon S-J, Yun J-P, Yeom H-G et al. Deep-learning for predicting C-shaped canals in mandibular second molars on panoramic radiographs. Dentomaxillofacial Radiology. 2021;50(5):20200513.

45. Boreak N. Effectiveness of Artificial Intelligence Applications Designed for Endodontic Diagnosis, Decision- making, and Prediction of Prognosis: A Systematic Review. J Contemp Dent Pract. 2020;21(8):926-934.

46. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: Towards robotics and artificial intelligence in dentistry. Dental Materials. 2020;36(6):765-778.

47. Schwendicke F, Elhennawy K, Paris S, Friebertshäuser P, Krois J. Deep learning for caries lesion detection in near-infrared light transillumination images: A pilot study. J Dent. 2020;92:103260.

48. Karhade DS, Roach J, Shrestha P et al. An Automated Machine Learning Classifier for Early Childhood Caries. Pediatr Dent. 2021;43(3):191-197.

49. Lee J-H, Kim D-H, Jeong S-N, Choi S-H. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. J Dent. 2018;77:106-111.

50. Saghiri MA, Asgar K, Boukani KK et al. A new approach for locating the minor apical foramen using an artificial neural network. Int Endod J. 2012;45:257-265.

51. Fukuda M, Inamoto K, Shibata N et al. Evaluation of an artificial intelligence system for detecting vertical root fracture on panoramic radiography. Oral Radiol. 2020;36(4):337-343.

52. Kolchev A, Pasynkov D, Egoshin I, Kliouchkin I, Pasynkova O, Tumakov D. Yolov4-Based CNN model versus nested contours algorithm in the

Suspicious lesion Detection on the mammography ımage: a Direct comparison in the real clinical Settings. J Imaging. 2022;8(4):88.

53. Cantu AG, Gehrung S, Krois J et al. Detecting caries lesions of different radiographic extension on bitewings using deep learning. J Dent. 2020;100:103425.

54. Devito KL, de Souza Barbosa F, Filho WNF. An artificial multilayer perceptron neural network for diagnosis of proximal dental caries. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 2008;106(6):879-884.

55. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, et al. Artificial intelligence applications in restorative dentistry: A systematic review. J Prosthet Dent. 2022;128(5):867-875.

56. Atalay C, Balcı N, Toygar H. Periodontal hastalık değerlendirmesi ve prognozunda yapay zekâ katkıları. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları. 1. Baskı Türkiye:Türkiye Klinikleri. 2023:31-37.

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

58. Kaya E. Yapay zekâ uygulamalarında pedodontik ilerlemeler. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ Uygulamaları. 1. Baskı Türkiye: Türkiye Klinikleri. 2023:26-30.

59. Thurzo A, Kosnáčová HS, Kurilová V, et al. Use of advanced artificial intelligence in forensic medicine, forensic anthropology and clinical anatomy. Healthcare. 2021;9(11):1545.

BÖLÜM IX

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMENİN DİŞ HEKİMLİĞİNDEKİ KULLANIMI

Use of Magnetic Resonance Imaging in Dentistry

Semih TANRIVERDİ

(Dr. Öğr. Üyesi), İstanbul Gelişim Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,
İstanbul, Türkiye
E-mail: semihtnrvrdi@gmail.com
ORCID:0009-0004-0486-1315

1. Giriş

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), iyonize radyasyon kullanmak yerine elektriksel ve manyetik alanlar ile radyo frekans (RF) dalgaları aracılığıyla detaylı iç vücut görüntüleri elde etmeye olanak sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Özellikle yumuşak doku değerlendirmesinde yüksek kontrast hassasiyeti sunması ve hastaya radyasyon yükü getirmemesi, bu yöntemin yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur (1,2).

MRG sistemleri; veri toplama birimi, bilgisayar sistemi ve görüntüleme konsolu olmak üzere üç ana bileşenden oluşur. Veri toplama birimi, güçlü manyetik alan oluşturan mıknatısları ve bu alan içerisinde yer alan kesit seçimini sağlayan gradiyent sargıları ile RF sinyallerini yayan bobinleri içerir. Bilgisayar sistemi, bu verileri işleyerek görüntü haline dönüştüren ileri düzey donanım ve yazılım altyapısını barındırır (1,3).

Görüntüleme konsolu, aynı zamanda sistemin kontrol merkezidir ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin seçilip işlenmesini sağlar. Bir MR görüntüsü oluşturulabilmesi için, hasta güçlü bir mıknatısın içine yerleştirilir. Bu manyetik alan, özellikle hidrojen atomlarının çekirdeklerinin hizalanmasına neden olur. RF

dalgaları gönderildiğinde bu çekirdekler enerji soğurur; RF darbesi kesildiğinde ise bu enerji ortama salınır ve tarayıcıda bulunan bobinler tarafından sinyal olarak algılanır. Bu sinyal, dokulardaki hidrojen dağılımını temel alarak görüntü oluşturur (3,4).

MR cihazındaki sabit manyetik alan, dış kaynaklı bir mıknatısla sağlanır. Bu manyetik alana dik yönde uygulanan RF dalgaları, protonların dönme eksenlerini XY (transvers) düzlemine çevirir. Bu olaya enine mıknatıslanma denir. RF darbesi kesildiğinde protonlar eski konumlarına döner; bu süreç relaksasyon olarak adlandırılır. MR sinyali, birbirinden bağımsız iki süreçle zayıflar: T1 relaksasyon süresi, boyuna manyetizasyonun %63'ünün geri kazanılması için geçen süredir; T2 relaksasyon süresi ise enine manyetizasyonun %37'sine düşmesi için geçen süredir (1,3,4).

Dokuların görüntü üzerindeki parlaklık derecesi sinyal intensitesi olarak tanımlanır. Siyah (radyolusent) alanlar hipointens, parlak (radyoopak) alanlar hiperintens ve orta tonlar ise izointens olarak adlandırılır. Bu sinyal farklılıkları, kist, yağ, kan gibi dokuların fiziksel özelliklerine bağlıdır (2,3).

Görüntü kalitesini artırmak amacıyla en sık kullanılan kontrast maddelerden biri gadolinyumdur. Gadolinyum doğrudan görüntülenmez ancak uygulandığı bölgelerde T1 relaksasyon süresini kısaltarak bu dokuların daha parlak görünmesini sağlar. Bu nedenle sadece T1 ağırlıklı görüntülerde kullanılır. Gadolinyuma bağlı alerjik reaksiyonlar genellikle nadir ve iyotlu kontrastlara kıyasla daha hafiftir (1,2).

Manyetik alan gücü Tesla (T) birimi ile ifade edilir; 1 Tesla = 10.000 Gauss'tur (2). Cihazlar, alan güçlerine göre düşük (<0,2 T), orta (0,2–1,5 T) ve yüksek (>1,5 T) Tesla'lı olarak sınıflandırılır. 7 T ve üzeri cihazlar ise ultra yüksek alan MRG (UYAMRG) sistemleri olarak tanımlanır (3).

Klinik uygulamalarda artan çözünürlük ihtiyacı nedeniyle yüksek ve ultra yüksek manyetik alana sahip sistemlere yönelim artmıştır. Teknolojik gelişmelerle birlikte bu sistemlerin kullanım alanları genişlemiş; görüntü kalitesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Öte yandan, özgül emilim oranı (SAR) gibi potansiyel yan etkiler de azaltılmaya çalışılmaktadır (5,6).

Diş hekimliğinde MRG özellikle tümörlerin değerlendirilmesi ve temporomandibular eklem (TME) görüntülemesinde tercih edilmektedir. Ayrıca, tükürük bezleri, lenf düğümleri, kaslar, yağ dokuları ve orofasiyal yumuşak doku lezyonlarının incelenmesinde güvenilir sonuçlar sunmaktadır. Son yıllarda ise, özellikle genç bireylerde implant planlaması ve gömülü alt üçüncü molar cerrahisi öncesinde mandibular kanalın değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır (2).

2. MRG Sekansları

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) sırasında elde edilen görüntüler, uygulanan radyo dalgalarının enerji düzeyi ile uygulama süresine bağlı olarak çeşitlenir. Bu parametrelerin farklı kombinasyonları ile oluşturulan görüntü türlerine "sekans" adı verilir. Hem standart MRG hem de ultra yüksek alan MRG (UYAMRG) sistemlerinde yaygın olarak kullanılan sekanslar arasında T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı, FLAIR (sıvı bastırmalı inversiyon geri kazanım), difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DWI), duyarlılık ağırlıklı görüntüleme (SWI), 3D TOF (time of flight) anjiyografi, proton manyetik rezonans spektroskopisi (^{1}H MRS) ve fonksiyonel MRG (fMRG) yer alır (5).

T1 ağırlıklı görüntüler, yumuşak doku kontrastını yüksek düzeyde göstermeleri sayesinde anatomik yapıların ayrıntılı değerlendirilmesinde tercih edilir (7).

T2 ağırlıklı görüntüler, kist ve kötü huylu tümörler gibi lezyonların ayırt edilmesinde kullanılır; çünkü bu patolojik dokular farklı sinyal özelliklerine sahiptir (7).

FLAIR sekansları, beyin hastalıkları başta olmak üzere inme, multipl skleroz (MS) ve enfeksiyon gibi durumların incelenmesinde kullanılır. T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerle karşılaştırma yapmayı kolaylaştırır (8).

Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme (DWI), su moleküllerinin dokular içindeki hareketini haritalayarak beyin bölgeleri arasındaki anatomik bağlantıları görselleştirir. Özellikle inme ve enfeksiyon gibi nörolojik olaylarda tedavi planlamasına yardımcı olur. DWI, beynin yapısal ilişkilerini gösterebilmesine rağmen, manyetik alanın homojen olmaması nedeniyle görüntülerde distorsiyon (bozulma) oluşabilir ve bu durum görüntü kalitesini T1 ve T2 sekanslarına göre düşürebilir (9).

Duyarlılık Ağırlıklı Görüntüleme (SWI), dokular arasındaki lokal manyetik farklılıkları kullanarak görüntü oluşturur. Mikrokanamalar, kalsifikasyonlar ve demir birikimleri gibi küçük yapıları saptamada etkilidir (8).

3D TOF Anjiyografi, damar yapılarının değerlendirilmesinde kullanılır. Tromboz, aterosklerotik plak ve vaskülit gibi damar hastalıklarını saptamada 1.5 T ve 3 T cihazlarla rutin olarak uygulanır. UYAMRG ile küçük damar dallanmaları (perforan arterler) hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edilebilir (8).

^{1}H Manyetik Rezonans Spektroskopisi (^{1}H MRS), invaziv olmayan bir yöntemle beynin nörokimyasal bileşimini değerlendirmeye olanak tanır. Bu yöntemle glutamat, kreatin ve gamma-aminobütirik asit (GABA) gibi metabolitlerin seviyeleri analiz edilebilir (8,9).

Fonksiyonel MRG (fMRG), beyindeki nöral aktiviteye bağlı olarak oluşan hemodinamik değişiklikleri görüntüler. En sık kullanılan yöntem BOLD (blood oxygenation level dependent) tekniğidir. Bu teknik, beyin bölgelerinin aktivitesine göre oksijen seviyesindeki değişimleri tespit eder ve motor korteks gibi fonksiyonel alanların cerrahi sırasında korunmasını sağlar (10).

3. Oral ve Maksillofasiyal Bölgede MRG Endikasyonları

- Çene kemiklerinde görülen benign ve malign tümörlerin teşhis ve detaylı değerlendirilmesi,
- Yumuşak doku tümörleri ile tümör benzeri lezyonların lokalizasyonu, boyutu ve yayılımının belirlenerek evrelenmesi,
- Tükürük bezlerinin değerlendirilmesi,
- Çiğneme kaslarındaki patolojik ya da hacimsel değişikliklerin görüntülenmesi,
- Farinks bölgesi yapılarının incelenmesi,
- Paranazal sinüsler ve orbita yapılarının detaylı değerlendirilmesi,
- Trigeminal nevralji olgularında, trigeminal sinirin seyri ve olası patolojilerinin saptanması,
- İntrakraniyal (kafaiçi) lezyonların teşhisi,
- Temporomandibular eklem (TME) patolojilerinin ve eklem diskinin değerlendirilmesi,
- Eklem diskinin pozisyonu, yapısal bütünlüğü ve olası dejeneratif değişikliklerinin incelenmesi,
- Cerrahi öncesi TME diskinin değerlendirilmesi,
- Periapikal (diş kökü çevresi) lezyonların ayırt edilmesi,
- Doğuştan gelen dudak-damak yarıklarının değerlendirilmesi,
- Mandibular kanalın seyrinin ve anatomisinin ayrıntılı olarak incelenmesi (1)

MRG'nin bu bölgelerde sunduğu detaylı görüntüleme kapasitesi, özellikle radyografik yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda tanıya önemli katkı sağlamaktadır.

4. MRG Kontrendikasyonları

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), pek çok avantajına rağmen, bazı durumlarda hastaya uygulanması sakıncalı olabilir. Bu durumlara MRG

kontrendikasyonları denir ve genellikle hastanın vücudunda bulunan metalik ya da elektronik yapıların manyetik alanla etkileşime girme potansiyeli ile ilişkilidir.

MRG'nin kesin ya da göreli olarak kontrendike olduğu başlıca durumlar şunlardır:

- Kalp pili taşıyan bireyler,
- Anevrizma klipleri gibi metal cerrahi materyaller,
- Yapay kalp kapakçıkları,
- İmplante edilebilen kardiyoverter-defibrilatör cihazları,
- Kohlear implantlar (iç kulak protezleri),
- Vücutta şarapnel, kurşun parçası veya diğer metalik cisimler bulunması,
- Diş hekimliğinde kullanılan ve demir, nikel, kobalt ya da çelik gibi ferromanyetik elementler içeren protezler veya ortodontik materyaller,
- Eklem protezi taşıyan bireyler,
- Kapalı alan korkusu (klostrofobi) olan ve cihazla iş birliği kurulamayan hastalar (1)

Bu tür durumlarda MRG uygulaması, hastanın güvenliğini tehdit edebilir ya da görüntülerin kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle MRG öncesinde hastadan detaylı tıbbi ve dental anamnez alınması son derece önemlidir.

5.Diş Hekimliğinde MRG' nin Kullanıldığı Durumlar

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), diş hekimliğinde giderek daha fazla tercih edilen bir yöntem hâline gelmiştir. Yumuşak doku çözünürlüğünün yüksek olması ve iyonizan radyasyon içermemesi gibi avantajları sayesinde, hem tanı koymada hem de tedavi planlamasında önemli katkılar sunmaktadır.

5.1. Çürük Teşhisi ve Pulpa Değerlendirmesi

MRG, diş çürüğünün pulpa üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Özellikle pulpa ile lezyon arasındaki minimum mesafenin ölçülmesi, çürüğün ilerleme derecesini belirlemede önemlidir. Bu amaçla dişlerin görüntülenmesinde iki yaklaşım vardır:

- Katı dokuların doğrudan görüntülendiği katı hal MRG teknikleri,
- Dişi çevreleyen yumuşak dokuların negatif görüntülerle analiz edildiği dolaylı yöntemler.

1.5T MRG cihazı, intraoral RF bobinler ve kontrast maddeler yardımıyla bu görüntüler klinikte elde edilebilir. Özellikle SWIFT ve ultra kısa eko süreli teknikler, mine ve dentin gibi düşük T2 değerine sahip sert dokuların görüntülenmesinde başarılıdır. Bu tekniklerde demineralize alanlar hiperintens (parlak) olarak izlenir (11).

5.2. Temporomandibular Eklem (TME)

Temporomandibular eklemin yumuşak dokularını en iyi görüntüleyen yöntem MRG'dir.

- T1 ağırlıklı sekanslarla eklem anatomisi net şekilde izlenebilir.
- Disk, posterior ataşman, lateral pterygoid kas gibi yapılar sinyal yoğunlukları sayesinde ayırt edilebilir.

Sagittal ve koronal düzlemlerde alınan görüntüler sayesinde diskin pozisyonu, bütünlüğü ve şekli detaylı olarak değerlendirilebilir.

- Normalde disk, ağız kapalıyken saat 12 pozisyonunda yer alır.
- Diskin anteriora yer değiştirmesi "anterior disk deplasmanı" olarak adlandırılır ve redüksiyonlu ya da redüksiyonsuz olabilir.

MRG, ayrıca enflamasyon, kondil fraktürü, osteoartroz gibi eklem içi patolojileri saptamada da kullanılır. Yağ baskılamalı T2 ağırlıklı görüntüler, özellikle ağrılı vakalarda retrodiskal dokudaki sinyal artışlarını ortaya koyarak klinik bulgularla ilişkilendirilir (11, 12).

5.3. Bifosfonata Bağlı Çene Osteonekrozu

Bifosfonatlar, kemik rezorpsiyonunu azaltan ilaçlardır. Ancak uzun süreli kullanımları mandibula ve maksilla kemiklerinde osteonekroza yol açabilir. Bu durum, ilaç dozu, kullanım süresi, sistemik durum ve dental işlemler gibi birçok faktöre bağlı gelişebilir.

Klinik bulgular arasında ağrı, diş mobilitesi, şişlik, fistül, trismus ve kemik ekspozisyonu yer alır. MRG, özellikle T1 ağırlıklı görüntülerde kemik iliği değişikliklerini göstermede etkilidir (13).

5.4. Trigeminal Nevralji ve Atipik Yüz Ağrıları

Trigeminal nevralji (TN) ve atipik yüz ağrıları (AFP), orofasiyal bölgede sık karşılaşılan ağrı nedenlerindendir.

- TN, kısa süreli, şok benzeri ve tek taraflı ağrılarla karakterizedir.
- AFP ise daha derin, lokalize edilemeyen, uzun süreli ağrılarla seyreder.

MRG, trigeminal sinirin seyrini ve intrakraniyal lezyonları değerlendirmede BT'den daha üstündür. Bu hastalarda yapısal nedenleri dışlamak için rutin MRG önerilmektedir (14).

5.5. Mandibular Sinir ve İmplant Planlaması

Panoramik veya periapikal radyografiler mandibular kanalın tam seyrini gösteremeyebilir.

- Konik ışınlı BT (KIBT), kanal yapısını ortaya koyar ancak sinir dokusunu gösteremez.
- MRG ise T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerle sinirin izlenmesini mümkün kılar.

Özellikle implant uygulamalarında sinir hasarı riskini en aza indirmek için mandibular sinirin konumunu belirlemede MRG faydalı olabilir (15, 16).

5.6. Çene Kistleri

Çene bölgesindeki kist benzeri lezyonların çoğu panoramik radyografi ile fark edilse de bazıları ayırt edilemez.

- MRG, özellikle yumuşak doku kistlerinin ve odontojenik kistlerin tanısında önemlidir.
- T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde bu lezyonlar genellikle homojen ve yüksek sinyal intensitesine sahiptir.
- Gadolinyum kontrast kullanılarak, kistlerin çevresinde sinyal artışı gözlemlenebilir (17, 18).

5.7. Tükürük Bezleri ve Hastalıkları

MRG, tükürük bezlerinin iç yapısını, marjinlerini ve çevre dokulara yayılımını BT'ye kıyasla daha iyi gösterir.

- **5.7.1. Parotis bezi**: Erişkinlerde yağ dokusu nedeniyle sinyal yoğunluğu kas ile yağ arasında değişkenlik gösterir.

• **5.7.2. Submandibular bez**: Alt çene altında yer alır, sinyal yoğunluğu parotise kıyasla daha düşüktür.

• **5.7.3. Sublingual bez**: Yağ içeriği yüksek olduğundan kontrastlı görüntülerde net şekilde izlenebilir (19).

5.7.2. Sjögren Sendromu (Benign Lenfoepitelyal Lezyonlar)

Bu otoimmün hastalıkta MRG, bezlerdeki değişiklikleri T2 ağırlıklı görüntülerde "bal peteği" görünümü ile gösterir (19).

5.7.3. Tükürük Bezi Tümörleri

• Benign lezyonlar genellikle T2'de hiperintens, malign lezyonlar ise T1 ve T2'de orta sinyalli görünür.

• Kistik neoplazmlar ile solid kistleri ayırt etmekte MRG oldukça etkilidir (20).

5.7.4. Pleomorfik Adenoma ve Warthin Tümörü

• Pleomorfik adenoma T2'de yüksek sinyal verirken, Warthin tümörü mikst sinyal gösterir.

• Tümörün yapısına göre malignite şüphesi değerlendirilir (21, 22)

5.8.Vasküler Lezyonlar

5.8.1.Hemanjioma

Baş-boyun bölgesinde sık rastlanan vasküler lezyonlar, MRG ile non-invaziv şekilde değerlendirilebilir. Bu lezyonların sınıflandırılması ve karakteristik görüntü özelliklerinin doğru tanınması, doğru tanı ve tedavi planlaması açısından önemlidir (23).

5.8.2. Hemanjiom

Hemanjiomlar, baş ve boyun bölgesinde en sık görülen vasküler neoplazmlardır.

• T1 ağırlıklı görüntülerde genellikle izointens (kasla benzer sinyal) olarak izlenir.

• T2 ağırlıklı sekanslarda ise homojen hiperintens (parlak) görünüm sergiler (24).

5.8.3. Glomus Tümörü

Glomus tümörleri, iyi huylu ve hipervasküler yapılar olup lokalizasyonlarına göre üç gruba ayrılır:

- Glomus vagale (parafarengeal bölgede),
- Glomus jugulare (juguler fossa'da),
- Glomus caroticum (karotis bifurkasyonunda).
- T1 ağırlıklı görüntülerde heterojen,
- T2 ağırlıklı görüntülerde ise hiperintens olarak izlenirler (25).

5.8.4. Lenfatik Malformasyonlar

Lenfatik malformasyonlar çoğunlukla baş-boyun bölgesinde ortaya çıkar.

- T1 ağırlıklı görüntülerde hipo- veya izointens,
- T2 ağırlıklı görüntülerde ise hiperintens görünüm gösterirler (25).

5.8.5. Venöz Malformasyonlar

Fasiyal asimetriye neden olabilen venöz malformasyonlar baş-boyun bölgesinde sık görülür.

- T1 ağırlıklı görüntülerde genellikle izointens,
- T2 ağırlıklı görüntülerde hiperintens,
- Kontrast madde uygulaması sonrası ise heterojen sinyal özellikleri sergilerler (25).

5.8.6. Arteriovenöz Malformasyonlar

Bu lezyonlar, yumuşak dokuda kitle oluşturmadan dilatasyon göstermiş damarlar şeklinde izlenir.

- T2 ağırlıklı görüntülerde, lezyon çevresinde oluşan ödem ve venöz tıkanıklık nedeniyle hiperintens sinyaller gözlenir (25).

5.9. Çiğneme Kasları

MRG, çiğneme kaslarının hem anatomik yapılarını hem de patolojik değişimlerini değerlendirmede güvenilir bir yöntemdir.

- T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerde kas dokuları genellikle koyu gri (hipointens) olarak izlenir.

• Kaslarda oluşan inflamasyon, atrofi veya hipertrofi gibi değişiklikler MRG ile detaylı şekilde ortaya konabilir.

• Ayrıca, trismus gibi çene hareket kısıtlılıklarında etkilenen kas gruplarının durumu bu yöntemle değerlendirilebilir (26).

5.10. Mandibular Kanal Genişlemeleri

Mandibular kanalın genişlemesi, çeşitli benign ve malign lezyonlarla ilişkili olabilir. Bu nedenle MRG ile erken dönemde değerlendirilmesi önemlidir. Genişleme, sinirin basıya uğradığını veya patolojik bir sürecin varlığını gösterebilir (26).

5.10.1. Schwannoma

Schwannomalar, Schwann hücrelerinden köken alan nadir görülen benign neoplazmlardır.

• MRG'de, mandibular sinirin bulunduğu kanalda yuvarlak ya da fusiform genişlemeler şeklinde izlenir.

• Traktografi incelemelerinde schwannomalar, anormal sinir mimarisiyle karakterizedir (27).

5.10.2. Non-Hodgkin Lenfoma

Primer mandibular Non-Hodgkin lenfomalar nadir görülür (%0,6 insidans).

• MRG'de bu lezyonlar genellikle büyük hacimli, düşük sinyal yoğunluklu kitleler olarak görünür (28).

5.10.3. Osteosarkom

Çenenin osteosarkomu; özellikle posterior bölgede şişlik ve duyusal bozukluklarla karakterizedir.

• Ortalama görülme yaşı 34–40 arasıdır.

• MRG'de mandibular kanalda yapısal bozulmalar veya belirgin genişlemeler gözlenebilir (28).

5.10.4. Akromegali

Akromegalik bireylerde mandibula aşırı büyüme gösterdiği için:

• Mandibular kanal ve mental foramenlerde genişlemeler sıklıkla izlenir.

• MRG bu değişiklikleri non-invaziv biçimde değerlendirmeye imkân tanır (28).

6. Manyetik Rezonans Görüntülemenin Dental Materyallere Etkisi

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), metal içeren materyallerin varlığında hem hasta güvenliği hem de görüntü kalitesi açısından dikkatli değerlendirme gerektirir. Bu kapsamda, dental materyallerin manyetik duyarlılık özellikleri önem taşır. MRG'de maddeler; ferromanyetik, paramanyetik ve diamanyetik olmak üzere üç temel manyetik özellik sınıfında değerlendirilir (29,30).

6.1.Ferromanyetik Maddeler

Bu maddeler, manyetik alan içerisinde mıknatıslanma özelliği gösterir ve genellikle kuvvetli şekilde manyetik alana çekilir.

• Örnekler: Çelik, demir, nikel, kobalt.

• Bu tür materyaller, MRG sırasında hareket edebilir veya artefaktlara neden olabilir, bu da hem hasta güvenliği hem de görüntü kalitesi açısından risk oluşturur (30)

6.2.Paramanyetik Maddeler

Bu maddeler, güçlü manyetik alanlara maruz kaldığında hafif manyetize olur ve alanla aynı yönde hizalanır.

• Örnekler: Magnezyum, lityum, alüminyum, molibden.

• MRG'de genellikle düşük düzeyde etkileşim gösterirler ve çoğu zaman güvenlidirler (30).

6.3.Diamanyetik Maddeler

Manyetik alanda ters yönde zayıf bir mıknatıslanma gösterirler.

• Örnekler: Altın, gümüş, bakır, çinko, ahşap, bizmut.

• Bu materyallerin MRG ile etkileşimi oldukça minimaldir ve görüntüleme sırasında genellikle artefakta neden olmazlar (30).

6.4.Dental Uygulamalarda Karşılaşılan Durumlar

Diş hekimliğinde sık kullanılan protezler, ortodontik apareyler, implantlar, braketler ve metal destekli restorasyonlar MRG sırasında değerlendirilmelidir.

• Ferromanyetik içerikli materyaller (ör. nikel, çelik, kobalt alaşımları) hastada yaralanma riski oluşturabilir ve MRG sırasında hareketlenme gözlenebilir.

• Titanyum, MRG açısından en güvenli materyallerden biridir; ferromanyetik değildir ve elektromanyetik alandan minimal düzeyde etkilenir.

• Dental amalgamlar üzerine yapılan çalışmalar, MRG sonrası mikrosızıntı artışı ve cıva salınımı olabileceğini ortaya koymuştur (30).

6.5.Klinik Bulgular ve Öneriler

• Bazı vakalarda nikel içerikli post ve kronların MRG sırasında hareketlenerek ciddi risk oluşturabileceği bildirilmiştir.

• Örneğin, nikel-krom (Ni-Cr) ve kobalt-krom (Co-Cr) alaşımlı restorasyonlarda bazı çalışmalarda manyetik hareketlenme saptanmasa da yüksek dikkat gerektirir.

• Zirkonyum oksit (ZrO_2) altyapılı protezlerde ise MRG öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda klinik olarak anlamlı bir risk gözlenmemiştir.

Bu nedenle MRG öncesi hastalardan detaylı dental ve medikal anamnez alınması; mevcut dental materyallerin türü, yeri ve içeriği hakkında bilgi edinilmesi; gerekli durumlarda hekim ve radyoloji birimi arasında iletişim kurulması büyük önem taşır (29,30).

7. Sonuç

MR görüntüleme, baş ve boyun bölgesinde, özellikle yumuşak dokuların görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme tekniğidir (31). Diş hekimliğinde MRG kullanımının artmasıyla, patolojiler daha iyi anlaşılabilir ve tedavi edilebilir hale gelmiştir. Bu görüntüleme tekniği kullanılırken, hastanın vücudundaki herhangi bir metal nesnenin manyetik alandan etkilenmesi sonucu görülebilecek herhangi bir hareket, hastanın hayatını tehdit edebilir. MRG çekimi yapılacak tüm hastaların vücutlarındaki metal nesnelerle ilgili ayrıntılı bir öyküsü olmalı, ilgili nesnelerin manyetik etkileşimleri ve ısınması açısından değerlendirilmeli ve hasta olası komplikasyonlar hakkında bilgilendirilmelidir (32, 33).

Kaynakça

1. Greenberg SM, Glick M. Maxillofacial imaging. In: Brooks SL, ed. *Burket's Oral Medicine: Diagnosis and Treatment*. 10th ed. BC Decker Inc; 2003:41-42.

2. White SC, Pharoah MJ. Diagnostic imaging of temporomandibular joint. Salivary gland radiology. In: *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 6th ed. Mosby; 2009:478-489, 582-594, 617.

3. Moser E. Ultra-high-field magnetic resonance: Why and when? *World J Radiol*. 2010;2(1):37-40.

4. Müller NL. Computed tomography and magnetic resonance imaging: past, present and future. *Eur Respir J*. 2002;19(Suppl 35):3s-12s.

5. Vargas MI, Martelli P, Xin L, et al. Clinical neuroimaging using 7 T MRI: Challenges and prospects. *J Neuroimaging*. 2018;28(1):5-13.

6. Gallichan D. Diffusion MRI of the human brain at ultra-high field (UHF): A review. *Neuroimage*. 2018;168:172-180.

7. Bittner RC, Felix R. Magnetic resonance (MR) imaging of the chest: state-of-the-art. *Eur Respir J*. 1998;11:1392-1404.

8. De Coene B, Hajnal JV, Gatehouse P, et al. MR of the brain using fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) pulse sequences. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1992;13:1555-1564.

9. In MH, Posnansky O, Beall EB, et al. Distortion correction in EPI using an extended PSF method with a reversed phase gradient approach. *PLoS One*. 2015;10:e0116320.

10. van der Zwaag W, Francis S, Head K, et al. fMRI at 1.5, 3 and 7 T: Characterising BOLD signal changes. *Neuroimage*. 2009;47:1425-1434.

11. Idiyatullin D, Corum C, McIntosh A, Moeller S, Garwood M. Direct MRI of human teeth by SWIFT. In: *Proc ISMRM/ESMRMB*. May 19-25, 2007; Berlin, Germany:383.

12. Dias M, Cordeiro PC, Devito KL, et al. Evaluation of temporomandibular joint disc displacement as a risk factor for osteoarthrosis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015.

13. Arslan A, Orhan K, Paksoy SC, et al. MRI evaluation of the classification, frequency and disc morphology of temporomandibular joint disc displacement: A multicenter retrospective study in a Turkish population. *Oral Radiol*. 2009;25:14-21.

14. Amaral RO, Damasceno NNL, Souza LA, Devito KL. Magnetic resonance images of patients with temporomandibular disorders: Prevalence and correlation between disk morphology and displacement. *Eur J Radiol*. 2013;82:990-994.

15. Katzberg RW, Tallents RH. Temporomandibular joint disc and posterior attachment as depicted by magnetic resonance imaging in symptomatic and asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005;63:1155-1161.

16. Chiba M, Kumagai M, Echigo S. Association between high signal intensity in the posterior disc attachment seen on T2 weighted fat-suppressed images and temporomandibular joint pain. *Dentomaxillofac Radiol*. 2007;36(4):187-191.

17. Sano T, Westesson PL. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: Increased T2 signal in the retrodiscal tissue of painful joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;79(4):511-516.

18. Yura S, Harada S, Kobayashi K. Diagnostic accuracy on magnetic resonance imaging for the diagnosis of osteoarthritis of the temporomandibular joint. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(7):ZC95-ZC97.

19. Krishnan A, Arslanoglu A, Yildirim N, et al. Imaging findings of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw with emphasis on early magnetic resonance imaging findings. *J Comput Assist Tomogr*. 2009;33(2):298-304.

20. Goh BT, Poon CY, Peck RH. The importance of routine magnetic resonance imaging in trigeminal neuralgia diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;92(4):424-429.

21. Ikeda K, Ho KC, Nowicki BH, Haughton VM. Multiplanar MR and anatomic study of the mandibular canal. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1996;17:579-584.

22. Chau A. Comparison between the use of magnetic resonance imaging and cone beam computed tomography for mandibular nerve identification. *Clin Oral Implants Res*. 2012:253-256.

23. Probst FA, Probst M, Pautke C, et al. Magnetic resonance imaging: A useful tool to distinguish between keratocystic odontogenic tumours and odontogenic cysts. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2015;53:217-222.

24. Hisatomi M, Asaumi J, Konouchi H, et al. MR imaging of epithelial cysts of the oral and maxillofacial region. *Eur J Radiol*. 2003;48(2):178-182.

25. Lee YY, Wong KT, King AD, Ahuja AT. Imaging of salivary gland tumours. *Eur J Radiol*. 2008;66(3):419-436.

26. Niemela RK, Paakkö E, Suramo I, et al. Magnetic resonance imaging and magnetic resonance sialography of parotid glands in primary Sjogren's syndrome. *Arthritis Rheum*. 2001;45(6):512-518.

27. Liu G, He J, Zhang C, Fu S, He Y. Lymphadenoma of the salivary gland: Report of 10 cases. *Oncol Lett*. 2014;7:1097-1101.

28. Güneyli S, Ceylan N, Bayraktaroğlu S, et al. Imaging findings of vascular lesions in the head and neck. *Diagn Interv Radiol*. 2014;20:432-437.

29. Meyer JS, Hoffer FA, Barnes PD, Mulliken JB. Biological classification of soft-tissue vascular anomalies: MR correlation. *AJR Am J Roentgenol*. 1991;157:559-564.

30. Hsieh LC, Chen JW, Wang LY, et al. Predicting the severity and prognosis of trismus after intensity-modulated radiation therapy for oral cancer patients by magnetic resonance imaging. *PLoS One*. 2014;9(3):e92561.

31. Mortazavi H, Baharvand M, Safi Y, et al. Common conditions associated with mandibular canal widening: A literature review. *Imaging Sci Dent*. 2019;49(2):87.

32. Hubálková H, Dostálová T, et al. Dental materials and magnetic resonance imaging. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2002;10(3):125-130.

33. Chockattu SJ, Suryakant DB, Thakur S. Unwanted effects due to interactions between dental materials and magnetic resonance imaging: A review of the literature. *Restor Dent Endod*. 2018;43(4).

BÖLÜM X

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM (TME) GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Temporomandibular Joint (TMJ) Imaging Methods

Şebnem KUNDAKÇI[1] & Yunus Yiğit SAKA[2] & Tansu ÇİMEN[3]

[1](Arş. Gör. Dt.), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: sebnem.kundakci@alanya.edu.tr
ORCID: 0009-0001-5159-4019

[2](Dr. Öğr. Üyesi), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: yigit.saka@alanya.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4061-8089

[3](Dr. Öğr. Üyesi), Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
E-mail: tansu.cimen@alanya.edu.tr
ORCID: 0000-0002-9999-0811

1. Giriş

Temporomandibular eklemin (TME) görüntülenmesinde, sert ve yumuşak dokuların anatomik yapısının bütünlüğü değerlendirilirken, metabolik değişikliklerin incelenmesi için de çeşitli görüntüleme teknikleri uygulanmaktadır. (1)

2. Direkt Radyografiler

Sabit bir röntgen cihazı ile elde edilen direkt radyografiler, yalnızca eklemin kemik yapılarını görüntüleyebilirken, kıkırdak ve yumuşak dokuları gösterme

yetisine sahip değildir. (1) Panoramik radyografi, transkraniyal, transfaringeal, transmaksiller, submentoverteks, reverse towne, transorbital, posteroanterior radyografiler, lateral ve posteroanterior sefalometrik görüntüler ile TME dörtlü radyografileri bu grup içinde yer almaktadır. (2)

3. Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi maliyeti uygun ve basit bir yöntemdir. (3) Dişler ve anatomik yapıların görüntülenmesini sağlar. Ancak çeşitli faktörler TME görüntülemesi için kullanılabilirliğini sınırlar. Çevre yapıların üst üste binmesi ve eklemin eğik projeksiyonu, kondiler başın ve interartiküler boşluğun net bir şekilde görüntülenmesini engeller. (4) Panoramik radyografi eklemin lateral görünümünü sağlar ve çoğunlukla kondili içeren orta veya şiddetli artriti gösterebilir, ancak hafif şiddette durumlar için duyarlı değildir. (5,6)

4. Konvansiyonel Tomografi

Konvansiyonel tomografi en çok erozyon, kırık, cerrahi sonrası deformite ve komşu temporal kemik gibi osseöz değişikliklerin değerlendirilmesi için faydalıdır. (7) Konvansiyonel tomografinin dezavantajları arasında yumuşak dokuların değerlendirilememesi ve konvansiyonel X-ışını cihazlarına göre daha yüksek maliyetli ekipman gerektirmesi yer alır. (8)

5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Nispeten düşük maruziyet dozu ile kemik yapılarının yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntülenmesi KIBT görüntülemenin avantajları arasındadır. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında ekipmanların nispeten düşük maliyeti ile TME kemik değişiklikleri için nispeten yüksek tanısal doğruluk ile öne çıkmaktadır. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırıldığında konvansiyonel bilgisayarlı tomografiden daha düşük görüntü kontrastına, daha yüksek görüntü gürültüsüne sahiptir. KIBT görüntülemenin temporomandibular eklem kemik değişiklikleri için sınırlı güvenilirlik özelliği olması dezavantajları arasındadır. (9-12) Endikasyonları arasında TME anatomisinin değerlendirilmesi (13), maloklüzyonda kondiler pozisyonun değerlendirilmesi (14), TME'nin gelişimsel anomalileri örneğin bifid kondil, kondiler hiperplazi, koronoid hiperplazi vb. (15), osteofitlerin, erozyonun, düzleşmenin, subkondral sklerozun ve psödokistlerin değerlendirilmesi (16),

dejeneratif eklem hastalığının ilerlemesinin veya tedavisinin takibi (17), romatoid artrit ve juvenil idiyopatik artrit (18), kondil kırıkları (19) ,ankilozlar (20), TME kistleri ve tümörleri (21,22) yer almaktadır.

6. Ultrasonografi

Ultrasonografi, yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak görüntüleme sağlayan bir tekniktir. Doku yoğunluğu ve direncine bağlı olarak ses dalgaları farklı hızlarda geri yansır; bu yansımalar ultrason probu tarafından algılanarak görüntüye dönüştürülür. (23) Özellikle yumuşak dokuların incelenmesinde etkili bir tanı yöntemi olan ultrasonografi, temporomandibular eklemde iç yapısal bozukluklar söz konusu olduğunda, özellikle diskin değerlendirilmesinde faydalı olabilmektedir. (23,24) Ultrasonun avantajları arasında düşük maliyetli olması, kabul edilebilir bir teknik olması, hızlı sonuç vermesi, radyasyon dozunun olmaması, invaziv olmaması öne çıkmaktadır. (23)

7. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG, TME'nin eklem diski ve yumuşak doku yapılarını değerlendirmek için referans bir yöntemdir. (25) Özellikle disk deplasmanı teşhisi MRG ile belirlenebilmektedir. Eklem anatomisi T1 ağırlıklı görüntülerde, eklemdeki sıvı ve enflamatuar değişiklikler ise T2 ağırlıklı görüntülerde incelenebilir. (26) Disk, hem T1 ağırlıklı hem de sıvıya duyarlı sekanslarda orta ile düşük sinyal yoğunluğuna sahiptir. (27) Redüksiyonlu anterior disk deplasmanı, sagittal planda açık ağız pozisyonunda değerlendirilirken; redüksiyonsuz anterior disk deplasmanı hem açık hem de kapalı ağız pozisyonlarında incelenir. Lateral ve medial disk deplasmanları ise koronal kesitte gözlemlenir. (28)

Bu yöntemin avantajları arasında invaziv olmaması, iyonize radyasyon içermemesi, açık ve kapalı ağız pozisyonlarında eklemle birlikte diskin konumunun da değerlendirilebilmesi sayesinde eklem hakkında önemli bilgiler sunabilmesi yer alır. Bunun yanında, bilinen bir biyolojik zarar oluşturmaması da önemli bir artı olarak öne çıkar. Yöntemin dezavantajları arasında; disk perforasyonlarının görüntülenebilmesine rağmen artrografi kadar ayrıntılı bilgi sağlayamaması, kemik ve kalsifikasyon yapılarının yeterince net görüntülenememesi nedeniyle eklemdeki kemik yapılar konusunda tomografiye kıyasla daha az doğru bilgi sunması ve erken dejeneratif lezyonların saptanmasında yetersiz kalması yer almaktadır. (29)

8. Artrografi

Artrografi, eklemin yumuşak doku anomalilerini saptamak, disk konumu, disk perforasyonu ve posterior bağlantıların durumunu değerlendirmek amacıyla, üst ve alt eklem boşluklarına kontrast madde enjeksiyonuyla birlikte iyonize radyasyon kullanılarak uygulanan invaziv bir görüntüleme tekniğidir. (30,31) Floroskopik gözlem altında hastanın alt çene hareketlerini değerlendirerek dinamik çalışma yapılabilmesine olanak sağlaması, intrakapsüler enjeksiyon ile eklem hareketlerinde iyileşme sağlayarak tedavi sürecine katkıda bulunabilmesi, ağrının azalması ve yumuşak doku perforasyonlarının tespitinde en hassas yöntemlerden biri olması gibi avantajlarına rağmen; bu yöntemin yüksek dozda radyasyon yayması, uygulama tekniğinin ağrılı olması, diskin doğrudan görüntülenememesi sebebiyle zaman yönetimi ve gelişmiş el becerisi gerektirmesi, ekleme verilen kontrast sıvının preartrografik durumu etkilemesi, kontrast maddeye karşı alerjik reaksiyon riski olması ve periartiküler enfeksiyon varlığında tercih dışı bırakılması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. (31)

9. Nükleer Tıp

Nükleer tıp, beta veya gama radyasyonu yayan radyoaktif izotoplar ile radyofarmasötikler tarafından yayılan radyoaktivite kaydedilerek teşhis ve tedaviyle ilgilenir. Çeşitli dokular ve organlar bu izleyiciyi farklı şekilde biriktirdiği için, özellikle doku metabolizma hızı patolojik bir süreçle bozulduğunda, radyoizotop alımındaki değişiklikler tespit edilebilir. Radyasyonun kaydı, tek bir statik gama, bir veya daha fazla dönen gama kamerası veya çok başlı gama kameraları aracılığı ile gerçekleştirilebilir. Kayıt cihazının türüne bağlı olarak görüntüleme yöntemleri sintigrafi, tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT) ve pozitron emisyonlu tomografi (PET) olarak ayrılır. (9)

9.1 Sintigrafi

Kemik sintigrafisi, çoğunlukla radyoaktif teknesyum kullanılarak gerçekleştirilir. (32) TME hastalıkları tanısında kemik sintigrafisinin kullanımı, diğer tanısal görüntüleme tekniklerine kıyasla yaygın değildir. (33) Endikasyonları arasında erken evre osteomiyelit, sinovit, kemik metastazı teşhisi ve tedavi takibi, aseptik kemik nekrozu ve metabolik hastalıklar (fibröz displazi ya da Paget hastalığı gibi) yer almaktadır. (34)

9.2 SPECT

SPECT, çoklu açılardan projeksiyonlar elde etmek için dönen bir gama kamera aracılığıyla radyasyon emisyonunun kaydedilmesi prensibine dayanır.

(9) TME görüntülemesinde SPECT'in bildirilen uygulamaları arasında tek taraflı kondiler hiperplazi (35,36), osteoartrit (37,38), temporomandibular eklem bozukluğunun kantitatif değerlendirmesi (39), TME'nin fonksiyonel ortopedik tedavisinin etkilerinin değerlendirilmesi (40,41) yer almaktadır.

9.3 PET

TME görüntülemede PET taramasının yeri çoğunlukla malign tümörlerin teşhisi ve tedavi takibi ile ilgilidir. Endikasyonları arasında neoplazmların erken teşhisi, tümörlerin evrelendirilmesi, radyoterapinin planlanması, metastazları bilinen ya da bilinmeyen bir primer tümörün yeri, tedavi takibi ve tedavi sonrası lezyonların ayırt edilmesi yer almaktadır (42,43).

10. Sonuç

TME'nin değerlendirilmesinde hem invaziv hem de non-invaziv çeşitli görüntüleme yöntemleri tercih edilmektedir. Kullanılacak görüntüleme yönteminin seçimi sırasında maliyet, erişilebilirlik ve radyasyon dozu gibi faktörler dikkate alınmalı; hastanın durumu ve mevcut patolojiye en uygun teknik tercih edilmelidir.

Kaynakça

1. Adam Erden AC, Karakış D. Temporomandibular eklem düzensizlikleri teşhisinde kullanılan görüntüleme yöntemleri. Mersin Univ Saglık Bilim Derg. Nisan 2022;15(1):110-127. doi:10.26559/mersinsbd.903504

2. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, et al. Imaging of the temporomandibular joint: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997;83(5):609-618. doi:10.1016/s1079-2104(97)90128-1

3. Ludlow JB, Davies KL, Tyndall DA. Temporomandibular joint imaging: a comparative study of diagnostic accuracy for the detection of bone change with biplanar multidirectional tomography and panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1995;80(6):735-743. doi:10.1016/s1079-2104(05)80259-8

4. Schroder ÂGD, Gonçalves FM, Germiniani JDS, et al. Diagnosis of TMJ degenerative diseases by panoramic radiography: is it possible? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2023;27(11):6395-6412. doi:10.1007/s00784-023-05293-8

5. Larheim TA, Hol C, Ottersen MK, Mork-Knutsen BB, Arvidsson LZ. The Role of Imaging in the Diagnosis of Temporomandibular Joint

Pathology. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2018;30(3):239-249. doi:10.1016/j.coms.2018.04.001

6. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;107(6):844-860. doi:10.1016/j.tripleo.2009.02.023

7. Boeddinghaus R, Whyte A. Computed tomography of the temporomandibular joint. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2013;57(4):448-454. doi:10.1111/1754-9485.12021

8. Bean LR, Omnell KA, Oberg T. Comparison between radiologic observations and macroscopic tissue changes in temporomandibular joints. *Dentomaxillofac Radiol*. 1977;6(2):90-106. doi:10.1259/dmfr.1977.0014

9. Rozylo-Kalinowska I, Orhan K, eds. *Imaging of the Temporomandibular Joint*. Springer; 2019. doi:10.1007/978-3-319-99468-0. Germany.

10. Kadesjö N, Benchimol D, Falahat B, Näsström K, Shi XQ. Evaluation of the effective dose of cone beam CT and multislice CT for temporomandibular joint examinations at optimized exposure levels. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(8):20150041. doi:10.1259/dmfr.20150041

11. Ma RH, Yin S, Li G. The detection accuracy of cone beam CT for osseous defects of the temporomandibular joint: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2016;6:34714. Published 2016 Oct 6. doi:10.1038/srep34714

12. Honda K, Bjørnland T. Image-guided puncture technique for the superior temporomandibular joint space: value of cone beam computed tomography (CBCT). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102(3):281-286. doi:10.1016/j.tripleo.2005.10.042

13. Caruso S, Storti E, Nota A, Ehsani S, Gatto R. Temporomandibular Joint Anatomy Assessed by CBCT Images. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2916953. doi:10.1155/2017/2916953

14. Kaur A, Natt AS, Mehra SK, Maheshwari K, Singh G, Kaur A. Improved Visualization and Assessment of Condylar Position in the Glenoid Fossa for Different Occlusions: A CBCT Study. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(8):679-686. Published 2016 Aug 1. doi:10.5005/jp-journals-10024-1912

15. Almasan OC, Hedesiu M, Baciut G, Baciut M, Bran S, Jacobs R. Nontraumatic bilateral bifid condyle and intermittent joint lock: a case report and literature review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69(8):e297-e303. doi:10.1016/j.joms.2011.03.072

16. Shi J, Lee S, Pan HC, et al. Association of Condylar Bone Quality with TMJ Osteoarthritis. *J Dent Res*. 2017;96(8):888-894. doi:10.1177/0022034517707515

17. Hilgenberg-Sydney PB, Bonotto DV, Stechman-Neto J, et al. Diagnostic validity of CT to assess degenerative temporomandibular joint disease: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2018;47(5):20170389. doi:10.1259/dmfr.20170389

18. El Assar de la Fuente S, Angenete O, Jellestad S, Tzaribachev N, Koos B, Rosendahl K. Juvenile idiopathic arthritis and the temporomandibular joint: A comprehensive review. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016;44(5):597-607. doi:10.1016/j.jcms.2016.01.014

19. Tang Y, Wang X, Zhu Y, Sun H, Zhu M. A Comparative evaluation of CBCT outcomes of two closed treatment methods in intracapsular condylar fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2017;123(5):e141-e147. doi:10.1016/j.oooo.2016.11.019

20. Liu L, Li J, Ji H, et al. Cone-beam computed tomography evaluation of the maxillofacial features of patients with unilateral temporomandibular joint ankylosis undergoing condylar reconstruction with an autogenous coronoid process graft. *PLoS One*. 2017;12(3):e0173142. Published 2017 Mar 3. doi:10.1371/journal.pone.0173142

21. Balasundaram A, Geist JR, Gordon SC, Klasser GD. Radiographic diagnosis of synovial chondromatosis of the temporomandibular joint: a case report. *J Can Dent Assoc*. 2009;75(10):711-714.

22. Matsumoto K, Sato T, Iwanari S, et al. The use of arthrography in the diagnosis of temporomandibular joint synovial chondromatosis. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(1):15388284. doi:10.1259/dmfr/15388284

23. Tognini F, Manfredini D, Melchiorre D, Bosco M. Comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular joint disc displacement. *J Oral Rehabil*. 2005;32(4):248-253. doi:10.1111/j.1365-2842.2004.01410.x

24. Hayashi T, Ito J, Koyama J, Yamada K. The accuracy of sonography for evaluation of internal derangement of the temporomandibular joint in asymptomatic elementary school children: comparison with MR and CT. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2001;22(4):728-734.

25. Roth C, Ward RJ, Tsai S, Zolotor W, Tello R. MR imaging of the TMJ: a pictorial essay. *Appl Radiol*. 2005;34:9-16.

26. Aksoy S, Orhan K. Manyetik rezonans görüntülemenin dentomaksillofasiyal bölgedeki kullanım alanları. *Turkiye Klinikleri Dis Hekimligi Bilimleri Ozel Derg.* 2010;1:44-57.k

27. Petscavage-Thomas JM, Walker EA. Unlocking the jaw: advanced imaging of the temporomandibular joint. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;203(5):1047-1058. doi:10.2214/AJR.13.12177y S

28. Whyte A, Boeddinghaus R, Bartley A, Vijeyaendra R. Imaging of the temporomandibular joint. *Clin Radiol*. 2021;76(1):76.e21-76.e7.6000000000007.6E36. doi:10.1016/j.crad.2020.06.020

29. Marguelles-Bonnet RE, Carpentier P, Yung JP, Defrennes D, Pharaboz C. Clinical diagnosis compared with findings of magnetic resonance imaging in 242 patients with internal derangement of the TMJ. *J Orofac Pain*. 1995;9(3):244-253.

30. Jäghagen EL, Ahlqvist J. Arthrography of the temporomandibular joint: main diagnostic and therapeutic applications. *Clin Dent Rev.* 2020;4:1-9.

31. Katzberg RW, Dolwick MF, Helms CA, Hopens T, Bales DJ, Coggs GC. Arthrotomography of the temporomandibular joint. *AJR Am J Roentgenol*. 1980;134(5):995-1003. doi:10.2214/ajr.134.5.995

32. Choi BH, Yoon SH, Song SI, Yoon JK, Lee SJ, An YS. Comparison of Diagnostic Performance Between Visual and Quantitative Assessment of Bone Scintigraphy Results in Patients With Painful Temporomandibular Disorder. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(2):e2485. doi:10.1097/MD.0000000000002485

33. Epstein JB, Rea A, Chahal O. The use of bone scintigraphy in temporomandibular joint disorders. *Oral Dis*. 2002;8(1):47-53. doi:10.1034/j.1601-0825.2002.10753.x

34. Hayashi D, Roemer FW, Katur A, et al. Imaging of synovitis in osteoarthritis: current status and outlook. *Semin Arthritis Rheum*. 2011;41(2):116-130. doi:10.1016/j.semarthrit.2010.12.003

35. Martin-Granizo R, Garcia-Rielo JM, De la Sen O, Maniegas L, Berguer A, De Pedro M. Correlation between single photon emission computed tomography and histopathologic findings in condylar hyperplasia of the temporomandibular joint. *J Craniomaxillofac Surg*. 2017;45(6):839-844. doi:10.1016/j.jcms.2017.03.004

36. Rushinek H, Tabib R, Fleissig Y, Klein M, Tshori S. Evaluation of three analysis methods for ^{99m}Tc MDP SPECT scintigraphy in the diagnosis of

unilateral condylar hyperplasia. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;45(12):1607-1613. doi:10.1016/j.ijom.2016.07.002

37. Lee JW, Lee SM, Kim SJ, Choi JW, Baek KW. Clinical utility of fluoride-18 positron emission tomography/CT in temporomandibular disorder with osteoarthritis: comparisons with 99mTc-MDP bone scan. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(2):29292350. doi:10.1259/dmfr/29292350

38. Park KS, Song HC, Cho SG, et al. Open-Mouth Bone Scintigraphy Is Better than Closed-Mouth Bone Scintigraphy in the Diagnosis of Temporomandibular Osteoarthritis. *Nucl Med Mol Imaging*. 2016;50(3):213-218. doi:10.1007/s13139-016-0407-z

39. Suh MS, Park SH, Kim YK, Yun PY, Lee WW. ^{18}F-NaF PET/CT for the evaluation of temporomandibular joint disorder. *Clin Radiol*. 2018;73(4):414.e7-414.e13. doi:10.1016/j.crad.2017.11.008

40. Güner DD, Oztürk Y, Sayman HB. Evaluation of the effects of functional orthopaedic treatment on temporomandibular joints with single-photon emission computerized tomography. *Eur J Orthod*. 2003;25(1):9-12. doi:10.1093/ejo/25.1.9

41. Hersek N, Canay S, Caner B, Ulutuncel N. Bone SPECT imaging of patients with internal derangement of temporomandibular joint before and after splint therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;94(5):576-580. doi:10.1067/moe.2002.124855

42. Boellaard R, Delgado-Bolton R, Oyen WJ, et al. FDG PET/CT: EANM procedure guidelines for tumour imaging: version 2.0. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2015;42(2):328-354. doi:10.1007/s00259-014-2961-x

43. Terzic A, Becker M, Wissmeyer M, Scolozzi P. 18F-DOPA PET/CT unravels malignant paraganglioma mimicking temporomandibular joint disorder. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(5):315-319. doi:10.1259/dmfr/22707693Dergisi 2010;1:44-5

ISBN: 978-2-382-36-8

LIVRE DE LYON

livredelyon.com

livredelyon

livredelyon

livredelyon