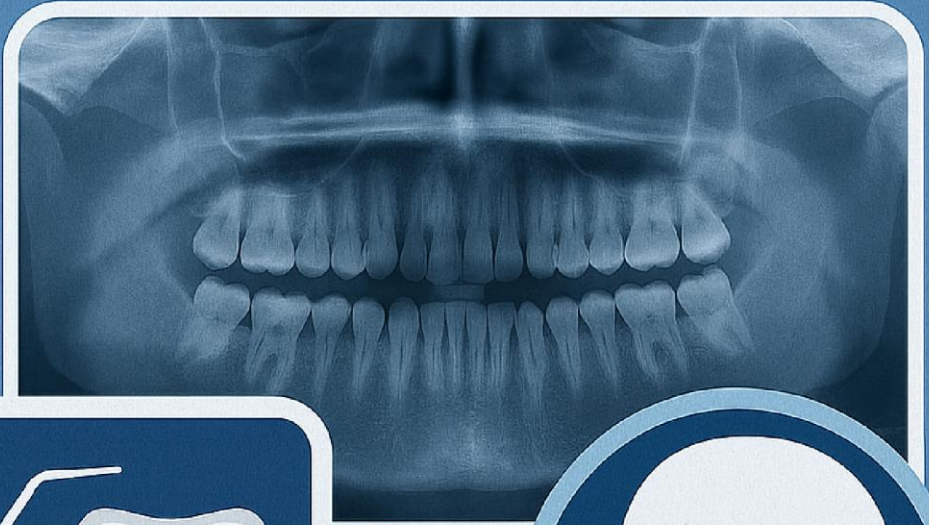


AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ GÜNCEL YAKLAŞIMLAR



Editör
DİDEM DUMANLI



BİDGE Yayınları

AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Editör: DİDEM DUMANLI

ISBN: 978-625-372-665-2

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 02.06.2025

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARI	4
DİDEM DUMANLI.....	4
EDANUR ALTIN.....	4
ÇİĞDEM ŞEKER	4
DİŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKA GELİŞMELERİ	31
UTKU CEM HASIRCI.....	31
DİDEM DUMANLI.....	31
GEDİZ GEDUK.....	31
ÇİĞDEM ŞEKER	31
BEYAZ LEZYONLARIN TANISINDA KULLANILAN YARDIMCI KLİNİK YÖNTEMLER.....	51
EDANUR ALTIN.....	51
UTKU CEM HASIRCI.....	51
GEDİZ GEDUK.....	51

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARI

DİDEM DUMANLI¹
EDANUR ALTIN²
ÇİĞDEM ŞEKER³

Giriş

Temporomandibular eklem (TME) bozuklukları TME'nin sert doku bileşenlerinde, yumuşak doku bileşenlerinde veya her ikisinde birden görülebilir (Okeson, 2019).

TME yumuşak ve sert dokulardan oluşan bir kas iskelet sistemi ünitesi olduğu için sert ve yumuşak dokulardaki bozukluklar birbirini etkileyebilir. Bu karmaşık yapıdan dolayı bozuklukların semptomları birbiriyle karışabilir. Bu yüzden TME bozukluklarını iyi bir anamnez alarak kapsamlı bir klinik muayene yapıp

¹Uzman Dt., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0000-0001-7409-8096, didem.dumanli@hotmail.com

² Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orchid: 0009-0006-1299-2029, edanuraltin@hotmail.com

³ Dr. Öğr. Üyesi Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orchid: 0000-0001-8984-1241, cgdmdmrhn@gmail.com

radyografik görüntüleme teknikleriyle değerlendirip teşhis koymak çok önemlidir (Dawson, 2006; Netter, 2011; Okeson, 2019).

Temporomandibular Eklem Bozuklukları

TME bozuklukları TME'nin sert doku bileşenlerindeki, yumuşak doku bileşenlerindeki ya da her ikisindeki sorunlar sonucunda oluşmaktadır (Dawson, 2006; Okeson, 2019). TME'deki kassal bozukluklar ve artiküler disk düzensizlikleri gibi yumuşak dokulardaki bozukluklar, mandibular kondil (MK) ve artiküler eminens (AE) gibi sert dokularda meydana gelen düzensizlikleri etkileyebilmektedir, tam tersi durum da mümkündür. TME bozukluklarının etyolojisinde; parafonksiyonel alışkanlıklar, stres, travma, okluzal mikrotravma, sistemik hastalıklar, duruş bozukluğu, hormonal bozukluklar ve TME'nin anatomik yapısı etkilidir (Stegenga, 2006; Okeson, 2019).

TME bozukluklarının en sık karşılaşılan bulguları kulak önünde ve çiğneme kaslarının bulunduğu bölgelerde lokalize ağrı, çene hareketlerinde kısıtlılık ve çene hareketleri sırasında TME'den ses gelmesidir (Smith, 1981; Dawson, 2006; Maixner & ve ark., 2011; Okeson, 2019).

TME bozukluklarının daha anlaşılır ve evrensel olabilmesi amacıyla bilim insanları tarafından sınıflandırılmıştır. En çok kabul gören sınıflandırma Okeson ve arkadaşlarının (ark.) yapmış olduğu sınıflandırmadır (Okeson, 2019).

Temporomandibular eklem bozukluklarının sınıflandırılması

Okeson ve ark. TME bozukluklarını; çiğneme kası ile ilgili bozukluklar, TME düzensizlikleri, kronik mandibular hipomobilitate ve gelişimsel büyüme bozuklukları olmak üzere 4 ana başlıkta sınıflandırmışlardır (Tablo 1) (Okeson, 2019; Orhan & ve ark., 2006).

Tablo 1. Temporomandibular eklem bozuklukları

Çiğneme Kası ile İlgili Bozukluklar	Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri	Kronik Mandibular Hipomobilité	Gelişimsel Büyüme Bozuklukları
1.Koruyucu Ko-Kontraksiyon	A.Kondil Disk Düzensizlikleri	A. Ankiloz	A. Konjenital ve Gelişimsel Kemik Bozuklukları
2. Lokal Miyalji	1.Disk Deplasmanı	1.Fibrotik Ankiloz	1.Genesis
3.Miyofasyal Ağrı	2.Ara Kilitlenmeli Disk Deplasmanı	2.Osseöz Ankiloz	2.Hipoplazi
4. Miyospazm	3.Redüksiyonsuz Disk Deplasmanı	B.Kas Kontraksiyonu	3.Hiperplazi
5.Santral Aracılı Miyalji	B.Eklem Yüzeylerinin Yapısal Uyumsuzluğu	1.Miyostatik	4.Neoplazi
	1. Şekil Değişiklikleri	2.Miyofibrotik	B.Konjenital ve Gelişimsel Kas Bozuklukları
	1.1 Disk	C.Koronoid Empedans	1.Hipotrofi
	1.2.Kondil		2.Hipertrofi
	1.3.Fossa		3.Neoplazi
	2. Adezyonlar		
	2.1. Kondil ile Disk Arasında		
	2.2. Fossa ile Disk Arasında		
	3.Sublüksasyon (Hipermobilité)		
	4.Lüksasyon		
	C.Temporomandibular Eklem Enflamatuar Bozuklukları		
	1. Sinovit/Kapsülit		
	2. Retrodiskit		
	3. Artritler		
	3.1. Osteoartrit		
	3.2. Osteoartroz		
	3.4. Poliartritler		

4. TME ile İlişkili Yapıların Enflamatuvar Bozuklukları
4.1 Temporal Tendinit
4.2.Stilomandibular Ligamentin İltihabı

Çiğneme kası ile ilgili bozukluklar

Çiğneme kası bozuklukları klinik olarak birbirinden farklı olmak üzere beş farklı alt gruba ayrılmaktadır. Bu tiplerin birbirinden ayırt edilebilmesi önemlidir çünkü her birinin tedavisi birbirinden farklıdır. Bu tipler; koruyucu ko-kontraksiyon, lokal miyalji, miyofasiyal (tetik nokta) ağrı, miyospazm ve merkezi aracılı miyaljidir. Fibromiyalji olarak bilinen altıncı bir durumun da tartışılması gerekir. İlk üç durumla (koruyucu ko-kasılma, lokal miyalji ve miyofasyal ağrı) diş hekimleri sıklıkla karşılaşılır. Miyospazm ve merkezi aracılı miyalji daha az sıklıkla karşılaşılan bozukluklardır (Smith & ark., 1981; Orhan & ark., 2006; Okeson, 2019).

Çiğneme kası bozukluklarının çoğunluğu kısa süre içerisinde oluşup iyileştiği için akut miyaljik bozukluklar olarak kabul edilirler. Teşhis ve tedavileri yanlış yapıldığında karmaşık bir hal alarak kronikleşebilirler (Okeson, 2019).

Merkezi aracılı miyalji ve fibromiyalji, kronik miyaljik bozuklukların örnekleridir. Bazı hastalarda miyofasiyal ağrı da kronikleşebilir. Kronik miyofasiyal ağrı ve merkezi aracılı miyalji bölgesel ağrı bozuklukları iken, fibromiyalji kronik sistemik miyaljik bir hastalıktır. Fibromiyalji öncelikli olarak çiğneme fonksiyonuyla ilgili bir hastalık değildir ve bu nedenle diş hekiminin uygun bir tedavi için bu durumun teşhisini doğru yapabilmesi önemlidir (Okeson, 2019; Maixner, Dİatchenko & Dubner, 2011).

Koruyucu ko-kontraksiyon

Çiğneme kaslarının aşırı fonksiyon ve fonksiyon dışı kasılmalara karşı ilk yanıtı koruyucu ko-kontraksiyondur. Koruyucu ko-kontraksiyon; aşırı kasılmaya, yaralanmaya ya da yaralanma ihtimaline karşı merkezi sinir sisteminin (MSS) bir cevabıdır. Kasın yaralanan kısmının daha fazla zarar görmemesi için koruma mekanizması olarak antagonist çalışan kasların aktiviteleri değiştirilerek bir miktar kasılmaları sağlanır (Smith & ark., 1981; Okeson, 2019).

Uyumsuz bir kron-köprü protezi, duygusal stres, ağzın fazla bir boyutta açılması veya uzun süren dental tedaviler sonucunda ağzın uzun süre açık kalması TME elemanlarının fonksiyonlarını değiştirerek koruyucu ko-kontraksiyona neden olabilir (Smith & ark., 1981; Maixner, Dİatchenko & Dubner, 2011; Okeson, 2019).

Klinik olarak hastalar 2-3 günlük akut bir ağrıdan söz ederler. TME hareketleri kısıtlanmıştır. Bu nedenle ağzın yavaş ve dikkatli bir şekilde açılması normale yakın bir hareket aralığı oluşturur ve hastada genellikle ağrı gözlenmez ancak hasta ağzını bir anda açarsa ağrı meydana gelir. Bazı durumlarda çiğneme sisteminin normal kas aktivitesi değiştiğinden normal fonksiyon sırasında da ağrı meydana gelebilir. Kas istirahat halindeyken ya çok az ağrı vardır ya da hiç yoktur (Yengin, 2000; Orhan, 2006; Okeson, 2019).

Lokal miyalji

Enflamatuar olmayan, bir kas ağrısıdır. Genellikle kas dokusunun koruyucu ko-kontraksiyona verdiği ilk yanıtıdır, klinikte en yaygın görülen kas ağrısıdır (Okeson, 2019).

Koruyucu ko-kontraksiyon, MSS kaynaklı bir kas tepkisini temsil ederken, lokal miyalji, kas dokularının lokal bir değişikliğini temsil eder (Okeson, 2019).

Kasın travma, lokal anestezi enjeksiyonu, sakız çiğneme, diş gıcırdatma, diş sıkma gibi parafonksiyonel hareketler sonucunda

lokal miyalji oluşur bu durumu tolere edip kasın onarımını sağlamak için MSS koruyucu ko-kontraksiyon mekanizmasını devreye sokar ve koruyucu ko-kontraksiyon sonucunda da tekrar miyalji oluşur ve bu şekilde bir kısır döngü mekanizması oluşarak ağrı kronikleşebilir. Koruyucu ko-kontraksiyon mekanizmasının da devreye girmesi sonucunda lokal miyalji 24-48 saat sonrasında da oluşabilir (Okeson, 2019).

Klinik olarak hastalar çiğneme kaslarında güçsüzlükten ve çiğneme kaslarının palpasyonu sonucunda hassasiyetten söz ederler (Yengin, 2000; Dawson, 2006; Okeson 2019; Yılmaz, 2022).

Miyofasiyal ağrı

Kaslarda ve/veya fasiyalardaki tetik noktalardan kaynaklanan ağrı veya ağrıya eşlik eden kas spazmı, hassasiyet, yorgunluk gibi bulguları karakteristiktir. Tetik noktalar tek bir kasta olabileceği gibi birden fazla kasta da bulunabilirler(White, 2018; Okeson, 2019).

Bir kasın tüm motor birimleri kasılırsa, kasın boyu kısalır ve bu duruma miyospazm denir. Bir tetik nokta sadece seçilmiş bir grup motor ünitenin kasılmasına sahip olduğundan, miyospazmdaki gibi kasta genel bir kısalma meydana gelmez (Rajkannan, 2016; White, 2018).

Etiyolojisi tam olarak bilinmemektedir. Lokalize bir aşırı duyarlılık bölgesi oluşturan algojenik maddeler tarafından duyarlı hale gelebileceği düşünülmektedir. Periferik nosiseptif sinirlerde histokimyasal değişiklikler veya MSS değişiklikleri dahil sempatik sinir sistemi içinde artan aktivite, yorgunluk, duygusal stres, uyku problemleri, vitamin eksikliği, viral enfeksiyonlar, duruş bozuklukları, uzun süreli lokal miyalji, genetik faktörler sonucunda tetik noktalar oluşabilir (Netter, 2011; Rajkannan, 2016).

Miyofasiyal ağrısı bulunan hastalar genellikle tetik noktanın farkında değildir. Tetik noktanın oluşturduğu yansıma alanlarındaki ağrıdan şikayetçidirler bu durumda hastanın yanıltıcı bir anamnez vermesine neden olur ve hekimin yanlış teşhis etmesiyle sonuçlanabilir. Bu yüzden hekimin çok dikkatli ve bilgili olması gerekmektedir. Örneğin temporal kastaki bir tetik noktası frontal bölgede yansıyan bir ağrıya neden olabilir ve hasta frontal bölgeden ağrı şikayetiyle hekime başvurabilir ya da oksipital bölgedeki bir tetik noktası temporal bölgede ağrıya neden olabilir ve hasta bu durumu sanki gerilim tipi baş ağrısı varmış gibi hekime anlatabilir (Tanaka, 2000; Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Miyospazm

Miyospazm, MSS'nin neden olduğu istemsiz bir tonik kas kasılmasıdır. Klinik olarak miyospazma sahip kaslar palpasyon esnasında çok serttir ve hasta ağrı hissetmektedir. Ağız açıklığında kısıtlılığa ve maloklüzyonlara neden olabilir. Geri dönüşümlü bir durumdur (Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Santral aracılı miyalji

Santral aracılı miyalji kronik ve MSS kaynaklı devamlı bir kas ağrısıdır. Semptomları kas dokusunun enflamasyonu ile benzer olduğu için miyozit ile karıştırılabilir. Fakat bu durum ısı artışı, kızarıklık gibi enflamasyon bulgularını içermez. Kronik santral aracılı miyalji kas dokusunda bulunan nosiseptörlerin etkisiyle (nörolojik enflamasyon) oluşur (Okeson, 2019).

Birçok kas ağrısı bozukluğu epizodik karakterlidir. Periyodik kas ağrısı atakları, santral aracılı miyalji oluşturmaz. Uzun süreli ve sabit bir kas ağrısı santral aracılı miyaljiye yol açacaktır. Santral aracılı miyaljinin en yaygın nedeni, uzun süreli lokal miyalji ya da miyofasiyal ağrıdır. Hasta miyogen ağrıdan ne kadar uzun süre

şikayet ederse, santral aracılı miyalji görülme ihtimali de o kadar artmaktadır (Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Santral aracılı miyaljinin klinik karakteristik bulgusu devamlı tarzda miyojenik ağrıdır. Ağrı istirahat esnasında da mevcuttur ve fonksiyonla artar. Etkilenen kaslar palpasyonda oldukça hassastır ve yapısal disfonksiyon oldukça sık görülür. En yaygın klinik bulgu semptomların uzunluğudur (Maixner & ark., 2011; Rajkannan, 2016; Okeson, 2019).

Kronik kas rahatsızlıkları altı ay veya üzerinde, arada rahatlama periyodları olmaksızın devam eden ağrı şeklindedir (Okeson, 2019).

Temporomandibular eklem bozuklukları

Kondil disk düzensizlikleri

Çiğneme sisteminin TME'deki en yaygın fonksiyon bozukluğu disk düzensizlikleridir. (Miernik & Wiğckiewicz, 2015; Okeson, 2019). Redüksiyonlu ve redüksiyonsuz disk deplasmanları kondil disk düzensizliklerindendir (White, 2018).

Wilkes ve ark. TME disk düzensizliklerini klinik, radyografik ve cerrahi bulguları inceleyerek beş evreye ayırmıştır (Wilkes, 1989; Okeson, 2019).

1. Erken evre

Klinik: TME'nin açma-kapama hareketlerinde ağrı şikayeti yoktur, karşılıklı klik sesi vardır.

Radyografi: TME'nin sert doku bileşenleri genellikle normal görünümündedir.

2. Erken / ara evre

Klinik: TME bölgesinde aralıklı ağrı, hassasiyet ve temporal kas ile ilişkili baş ağrısı, klik seslerinin yoğunluğunda artma ve kısa

sürekli sublüksasyon ya da kilitlenmenin gözleendiği mekanik problemlerin başlangıç evresidir.

Radyografi: TME'nin sert doku bileşenleri genellikle normal görünümündedir.

3. Ara evre

Klinik: TME bölgesinde sık aralıklı ağrı, hassasiyet, temporal kas ile ilişkili baş ağrısı, , aralıklı veya sürekli kilitlenme TME hareketlerinde kısıtlılık ve major mekanik problemlerin gözleendiği evredir.

Radyografi: TME'nin sert doku bileşenleri genellikle normal görünümündedir.

4. Orta / geç evre

Klinik: kronik ağrı, değişken hareket kısıtlılığı gözlenebilir.

Radyografi: TME'nin sert doku bileşenlerinde başlangıçtan orta seviyeye doğru değişkenlik gösteren dejeneratif değişiklikler izlenebilir.

5. Geç evre

Klinik: krepitasyon, aralıklı ağrı, hareket kısıtlılığı bulunabilir.

Radyolojik: TME'nin sert doku bileşenlerinde ileri seviye dejeneratif değişiklikler izlenebilir (Wilkes, 1989; Okeson, 2019).

Redüksiyonlu disk deplasmanı

Kondil-disk kompleksini içeren eklem kapsülünün içerisinde oluşan TME düzensizliği olarak tanımlanabilir. Artiküler disk anteriora, posteriora, mediale ve laterale deplase olabilir, aralarında en sık olarak anterior redüksiyonlu disk deplasmanı görülmektedir. Anterior redüksiyonlu disk deplasmanında ağız kapalı pozisyonda

artiküler diskin orta bölümü mandibular kondilin anteriorunda konumlanır. Ağız tam açıldığında ise diskin orta bölümü mandibular kondil ile artiküler eminens arasında konumlanır. Ağrı ve ağız açıklığında kısıtlılık olabilir. Anterior disk deplasmanında inferior retrodiskal lamina gerilmiş ve uzamıştır bunun sonucunda superior lateral pterigoid kasın çekme etkisine karşı koyamaz ve disk anteriora doğru yer değiştirir (Peck ve ark., 2014; Okeson, 2019).

Klinik olarak çenenin açılıp-kapandığı esnada klik, popping veya krepitasyon sesi duyulabilir. TME'nin palpasyonunda da açma-kapama ve lateral hareketlerde bu sesler duyulabilir. Redüksiyonlu diskdeplasmanı en sık gözlenen disk düzensizliğidir. Karakteristik özelliği TME'de klik sesidir (Dworkin, 1992).

Aralıklı kilitlenmeli redüksiyonlu disk deplasmanı

Redüksiyonlu disk deplasmanındaki durumlara ek olarak inferior retrodiskal lamina ve diskal kollateral bağlar daha da uzarsa ve diskin arka kenarı yeterince incelerse, disk daha da yer değiştirebilir ve bir süre eski konumuna redükte olamaz. Ağız açıklığında kısıtlılık vardır. Normal açıklığa kadar açılabilmesi için hastanın TME'ye uyguladığı bazı manipölasyonlarla/manevralarla disk yerine redükte edilir (Peck & ark., 2014; Okeson, 2019).

Redüksiyonsuz disk deplasmanı

Redüksiyonsuz disk deplasmanı da redüksiyonlu disk deplasmanı ile benzer olarak kondil-disk kompleksini içeren TME düzensizliğidir. Ağız kapalı pozisyonda diskin posterior bölümü anteriorda konumlanır. Ağız tam açıldığında ise diskin orta kısmı kondile göre anteriorda konumlanmıştır. Disk laterale ve mediale deplase olabilir. Klinik olarak çene belli bir aralıktaki kilitlenir ve maksimum ağız açıklığında açılmaz. Ağız açıklığı genelde 40 mm'den daha küçüktür. Kısıtlılık kalıcı olabilmektedir. Bu durum hekim veya hastanın yapacağı manipölasyon/manevra ile

düzeltilemez ve bu duruma kapalı kilit adı verilir. Karakteristik bulguları kapalı kilit ve ağrıdır (Miernik & Wiğckiewicz, 2015; Okeson, 2019).

Eklemler yüzeylerinin yapısal uyumsuzluğu

Şekil değişiklikleri

TME yüzeylerinin yapısal bozuklukları, TME'nin normal fonksiyonlarının ve yapısının değişmesi sonucunda oluşur. Etiyolojisinde makro ve mikro travma, parafonksiyonel alışkanlıklar, sistemik hastalıklar sayılabilir. İçlerinden en önemlisi makro travmadır. Makro travmalar çeneye veya dişlere gelen indirekt veya direkt kuvvetlerin bu bölgedeki TME bileşenlerinin yapılarının ve/veya fonksiyonlarının bozulmasına neden olur. Retrodiskal dokulara gelen travmada yapısal değişimlere neden olabilir. Yapısal değişiklikler diskte, MK'da veya glenoid fossa (GF)'da meydana gelebilir (Okeson, 2019).

MK ve GF yani TME'nin sert doku bileşenlerinde görülen yapısal değişiklikler; osteofit kemik üzerinde oluşan çıkıntıdır, kemik yapıların düzleşmesi, erozyon, subkortikal kistler olabilir (Okeson, 2019).

Artiküler diskte meydana gelen yapısal değişiklikler; artiküler diskin bantlarında incelleme, kalınlaşma ve perforasyonlardır (Dawson, 2006; Orhan, 2006; Okeson, 2019).

Aderanslar ve adezyonlar

Aderanslar, eklem yüzeylerinin geçici olarak yapışması durumudur ve MK ile disk (alt eklem boşluğu) arasında veya disk ile fossa (üst eklem boşluğu) arasında meydana gelebilir (Okeson, 2019; Yılmaz, 2022).

Yapışmalar normalde geçicidir ve yapışmayı serbest bırakmak için eklem hareketi sırasında yeterli kuvvet

uygulandığında ortadan kalkar. Ancak yapışıklık çözülmezse kalıcı hale gelebilir. Kalıcı durum adezyon olarak tanımlanır. Adezyonlar, GF'nin veya MK'nin eklem yüzeyleri ile artiküler disk veya çevresindeki dokular arasında fibröz bağ dokusunun gelişmesiyle üretilir. Adezyonlar, makro travma veya cerrahinin neden olduğu hemartroz veya enflamasyona bağlı olarak sekonder olarak da gelişebilir (Okeson, 2019; Yılmaz, 2022).

Genellikle uyku esnasında diş sıkma gibi durumlar sonucunda hastada sınırlı miktarda ağız açma durumu oluşur. Hasta açmaya çalıştığında, tek bir klik sesi duyulur ve hemen normal hareket açıklığına geri döner, açılma ve kapanma sırasında eklem tekrar uzun süre statik olarak yüklenmedikçe klik veya takılma hissi geri gelmez. Bu durum aderens varlığını göstermektedir. Hasta alışkanlığına devam eder ve tedavi edilmezse aderensler adezyonlara dönüşür. Adezyonlar eklem yüzeylerini kalıcı olarak sabitlediğinde, hasta genellikle sınırlı açılma ile ilişkili azalmış fonksiyondan şikayet eder. Semptomlar sabittir ve çok tekrarlanabilir. Ağrı olabilir veya olmayabilir (Okeson, 2019; Yılmaz, 2022).

Subluksasyon (Hiper mobilite)

Ağız açmanın sonuna doğru MK'nin öne doğru geç hareketidir. MK, AE'nin en çıkıntılı kısmını atlayarak önüne geçer ve ağız geniş olarak açılır. Subluksasyon genellikle GF'nin ve AE'nin anatomik yapısından kaynaklanır. AE'nin boyunun kısa, posterior eğiminin kısa ve anterior eğiminin ise uzun olduğu durumlar subluksasyona eğilimlidir. Derin eğim nedeniyle artiküler disk ve MK öne doğru hareket ederken fazla bir posterior rotasyona doğru zorlanır. Ön kapsüler ligamentin izin verdiği pozisyona kadar MK'yle birlikte hareket ettikten sonra, daha fazla posterior rotasyon yapamadığı için MK'yle birlikte AE'nin önüne atlar (Aksoy, 2000; White, 2018).

Subluksasyon, hastalar ağızlarını çok açtıklarında tespit edilebilir. Muayene esnasında eklem AE'nin önüne atladığı palpasyonda hissedilir. Bazı hastalarda klik sesine benzer bir ses duyulabilir bu disk deplasmanındaki klik sesinden farklıdır. Subluksasyonda oluşan ses ağız fazla açıldığında meydana gelir, redüksiyonlu disk deplasmanındaki klik sesi ise protrüziv veya lateral hareketlerde de oluşur (White, 2018). Orta hatta sapma meydana gelir; bu sapma disk deplasmanlarındakinden farklıdır, sapma ağız açmanın geç aşamasında oluşur. Genellikle ağrı yoktur, hastalar ağız açmanın geç evresindeki klik sesinden şikayetçidirler (Okeson, 2019).

Lüksasyon

TME'in hiperekstansiyonu sonucunda meydana gelen ağzın açık kalıp kapatılamaması durumudur. Klinik açık kilitlenme olarak isimlendirilir. Sublüksasyonda eklem ligamentlerin izin verdiği kadar hareket edebilir. Bu durumun zorlanması sonucunda lüksasyon meydana gelebilir (Okeson, 2019).

MK kayma hareketi sonucunda en ileri pozisyonundayken, artiküler disk mandibular kondil üzerinde en posterior uzantısına kadar döner ve disk, MK ve AE arasında sıkı bir temas vardır. Bu pozisyonda, superior retrodiskal laminanın kuvvetli bir şekilde geri çekme etkisi ve superior lateral pterigoid kasın henüz aktive olmaması diskin öne doğru yer değiştirmesini engeller. Superior lateral pterigoid kas normalde kapanış döngüsünün geri dönüş aşamasına kadar aktif hale gelmez. Herhangi bir nedenle erken aktif hale gelirse (en ileri translasyon pozisyonunda), superior retrodiskal laminayı yenebilir ve artiküler disk anterior disk aralığından çekilerek bir lüksasyona neden olur (Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Kasın bu erken aktivitesi, esneme sırasında veya kaslar ağız uzun süre açık tutmaktan yorulduğunda ortaya çıkabilir. Anterior lüksasyon miktarı, artiküler diski MK'nin arka yüzüne bağlayan

inferior retrodiskal lamina ile sınırlıdır. İlk önce yer değiştirmeyi azaltmadan ağzı kapatma amacıyla mandibulaya kuvvet uygulanırsa, alt retrodiskal lamina ağrılı bir şekilde uzar. Lüksasyon sırasında superior retrodiskal lamina tamamen ekstansiyona uğradığından, disk alanı yeterince genişler genişlemez artiküler disk MK üzerinde geri çekilir ve lüksasyon azalır (Okeson, 2019).

Lüksasyon durumunda MK sadece anteriora hareket ederek yer değiştirmez, posteriora doğru da yer değiştirebilir (Okeson, 2019).

MK'nin eklem kapsülünün içerisinde olduğu ama GF'nin dışında olduğu anormal bir pozisyonudur. Genellikle anteriora doğru bilateral olarak görülür. Dislokasyon; kas koordinasyon bozukluğu, sublüksasyon veya MK fraktryle ilişkili internal travma sonucunda oluşabilir (White, 2018).

Klinik olarak hasta ağzını maksimum interkuspitasyona getiremez n açık kapanış meydana gelir ve hasta konuşamaz kendini ifade edemez. Bazı hastalar TME'yi manipülasyonla eski haline getirebilir (White, 2018).

Temporomandibular Eklemnin Enflamatuvar Bozuklukları

TME'nin enflamatuvar bozuklukları, genellikle eklemnin kullanımıyla artan sürekli derin ağrı ile karakterizedir. Ağrı sürekli olduğu için sekonder merkezi eksitator etkiler üretebilir. Bunlar genellikle yansıyan ağrı, dokunmaya karşı aşırı hassasiyet (allodini) ve/veya artmış koruyucu ko-kontraksiyon olarak ortaya çıkar. Enflamatuvar eklem bozuklukları, enflamasyonun bulunduğu yapılarla göre sınıflandırılır, enflamasyon birden fazla yapıda da görülebilir (El-Melegy & ark., 2017; Okeson, 2019).

Sinovit ve kapsülit

Sinovyal dokuların (sinovit) ve kapsüler bağın (kapsülit) enflamasyonudur. TME bileşenlerinin yer değiştirmesi sonucunda

sinoviyal dokulara mikro travma uygulaması, çeneye gelen bir darbe sonucunda TME'nin makro travmaya maruz kalması veya komşuluğundaki dokulardaki bir enflamasyonun yayılması sonucunda oluşurlar. TME'in palpasyonu sonucunda ağrı oluşur. Enflamasyon sonucunda ödem meydana geldiyse ipsilateral (aynı taraflı) disoklüzyon meydana gelir (Yengin, 2000; Yılmaz, 2022).

Kapsülit ve sinovit klinik olarak ayırt edilemez. Ayırt edilebilmelerinin tek yolu artroskopi kullanmaktır. Her ikisi için de tedavi aynı olduğundan, ayırt edilebilmeleri tedavi açısından önemli değildir (Yengin, 2000; Yılmaz, 2022).

Retrodiskit

Retrodiskal dokuların iltihaplanmasıdır. Çeneye alınan bir darbe gibi makro travmadan kaynaklanabilir. Bu travma kondili aniden posterior olarak retrodiskal dokulara doğru itebilir. Travma bu dokuları yaraladığında enflamatuvar bir reaksiyon meydana gelebilir. Mikro travma, diskin lüksasyonu veya sublüksasyonunun ilerleyici fazlarında olduğu gibi retrodiskitlere de neden olabilir (Yengin, 2000; Okeson, 2019; Yılmaz, 2022)

Klinik olarak hasta ağrı şikayetiyle hekime başvurur ve çene hareketiyle ağrı artmaktadır. Retrodiskal dokularda enflamasyon nedeniyle ödem oluşursa, MK, AE'de hafifçe ileri ve aşağı doğru hareket eder ve bu durum sonucunda ipsilateral arka dişlerin disoklüzyonu ve kontralateral ön dişlerin yoğun teması şeklinde gözlenen akut bir maloklüzyon oluşur (Bäck & ark., 2017; El-Melegy & ark., 2017; Okeson, 2019).

Artritler

TME'in eklem yüzeylerinin iltihaplanması anlamına gelir. Çeşitli artrit türleri TME'yi etkileyebilir. Sistemik artritlerin görüldüğü hastalıklara; skleroderma, gut hastalığı romatoid artrit, ankilozan spondilit, psoriatik artrit, reiter sendromu, sjögren

sendromu, lupus eritamatozus örnek verilebilir (Bäck & ark., 2017; Okeson, 2019).

Romatoid Artrit

Birden çok eklemin etkilendiği sistemik bir artrit hastalığıdır. Hastaların %50'sinde TME etkilenir ve etkilenme genelde bilateralidir. Şiddetli olmayan durumlarda radyografik bulgular minimaldir. Şiddetli vakalarda, MK desteği kaybolduğunda, anterior açık kapanış ile karakterize akut bir maloklüzyon oluşur (White, 2018; Okeson, 2019).

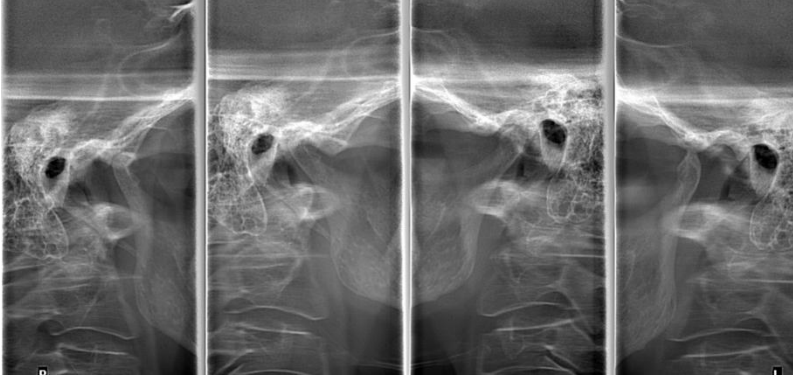
Psöriyatik Artrit

Sedef hastalığı, öncelikle cildi etkileyen otoimmün bir hastalıktır. Bununla birlikte, psöriyatik hastaların %30 kadarında bu bozuklukla ilişkili artrit gelişebilir. Kesin nedenler henüz bilinmemektedir ancak bir dizi genetik ilişki tanımlanmıştır. Klinik olarak eklemler ağrılı ve ödemli olabilir. Bazen ilgili bölgede enflamasyon bulgularından olan sıcaklık artışı ve kızarıklık da olabilir. Birden fazla eklem tutulabilir, bu nedenle bu sistemik bozukluğu değerlendirmek için iyi bir anamnez alınması gerekir. Bu durum romatolojik bir hastalık olduğu için hasta değerlendirme ve tedavi için romatoloğa sevk edilmelidir (Dawson, 2006, Okeson, 2019).

Osteoartrit

Osteoartrit, TME'nin sert doku bileşenlerinden olan MK ve GF'nin eklem yüzeylerinin değişikliğe uğradığı dejeneratif bir durumdur (Glyn & ve ark., 2019). Genellikle eklem aşırı kuvvet uygulanması sonucunda vücudun tepkisi olarak kabul edilir. Bu durum devam ettikçe eklem yüzeyi yumuşar (kondromalazi) ve subartiküler kemik dejenerasyona uğrayarak rezorbe olmaya başlar bunun sonucunda subkortikal ve kortikal tabakada kayıplar meydana gelir (Tanaka, 2008; Okeson, 2019).

Şekil 1: Sağ ve sol TME’de dejeneratif değişiklikler, panoramik radyografi



Osteoartrit genellikle ağrılıdır ve semptomlar TME’in fonksiyonu ile şiddetlenir. Krepitasyon sık görülen bir bulgusudur. Osteoartrit, eklemün aşırı yüklendiği herhangi bir zamanda ortaya çıkabilir, ancak yaygın olarak redüksiyonsuz disk deplasmanı ile ilişkilidir. Disk tamamen yer değiştirdiğinde retrodiskal dokular hasar görür, MK doğrudan GF ile eklemünmeye başlar ve bu da yıkım sürecini hızlandırır. Zamanla yoğun fibrokartilaj eklem yüzeyleri yıkılır ve kemiksi değişiklikler meydana gelir (Dimitroulis, 2000; Okeson, 2019).

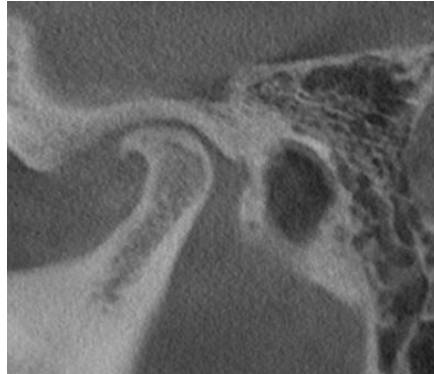
Radyografik olarak, eklem yüzeyleri erozyona uğramış ve düzleşmiş olarak görünmektedir. Osteoartrit enflamatuvar bozukluklar kategorisinde yer alsa da gerçek bir enflamatuvar durum değildir (Okeson, 2019).

Şekil 2: düzleşmiş bir sağ TME'ye ait KIBT kesiti



Eklem ağrısı nedeniyle sınırlı mandibular açıklık karakteristiktir. Krepitasyon tipik olarak hasta tarafından hissedilebilir veya rapor edilebilir. Teşhis genellikle, MK veya GF'deki subartiküler kemikteki dejeneratif değişikliklerin (düzleşme, osteofitler, erozyon, eklem faresi, subkortikal kist ve skleroz) kanıtını ortaya koyan TME radyografileriyle doğrulanır (Dawson, 2006, Okeson, 2019).

Şekil 3: sol TME de çıkıntı şeklinde osteofit görünümü



TME dejenerasyonları, TME'in yeniden şekillenmesine (remodeling), eklem kıkırdağının aşınmasına ve sonrasında osteoartrit bulguları ile karakterize kemik değişikliklerine neden olur. TME bozukluklarının bir sonucu veya nedeni olarak kabul

edilen TME bölgesindeki kemik yapılarında oluşan dejeneratif değişiklikler, sıklıkla osteoartrit ile ilişkilidir (Pamukçu, Altunkaynak & Peker, 2021)

Osteoartroz

Osteoartroz, subartiküler kemikteki yapısal değişiklikler radyografilerde görüldüğünde doğrulanır, hasta hiçbir klinik ağrı semptomu bildirmeyebilir. Genellikle uzun süreli durumlarda, artritlik durum adaptif hale gelebilir ancak kemik morfolojisi değişmeden kalır. Adaptif aşama, osteoartroz olarak adlandırılır. Eklem yüzeylerinin aşırı yüklenmesi, özellikle eklem yapıları düzgün bir pozisyonda olmadığında, etken genellikle parafonksiyonel aktivitedir (Okeson, 2019).

Osteoartritli hasta genellikle mandibular hareketle şiddetlenen tek taraflı eklem ağrısı bildirir. Ağrı genellikle sabittir ancak öğleden sonra veya akşam kötüleşebilir. İkincil merkezi uyarıcı etkiler sıklıkla mevcuttur. Osteoartroz stabil bir adaptif fazı temsil ettiğinden, krepitasyon yaygın olmasına rağmen hasta ağrılı semptomlar bildirmez (Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Poliartritler

Poliartritler, TME'in birçok eklem yüzeyinin iltihaplandığı bir grup bozukluğu temsil eder. Her biri etyolojik faktörlerine göre tanımlanır (White, 2018; Okeson, 2019).

TME ile ilişkili yapıların enflamatuvar bozuklukları

Temporal tendinit

Temporal kas, büyük bir tendon ile koronoid proçese bağlanır. Bu tendon, diğer tendonlar gibi iltihaplanmaya karşı hassastır. Temporal kasın sürekli ve uzun süreli aktivitesi, temporal tendinite neden olabilir. Bu kas hiperaktivitesi, bruksizme, artan

emosyonel strese veya intrakapsüler ağrı gibi sürekli ağrı kaynağına ikincil olarak neden olabilir (Okeson, 2019).

Temporal tendiniti olan hastalar sıklıkla temporal bölgede ve/veya gözün arkasında hissedilen sürekli bir ağrı bildirirler. Genellikle çene fonksiyonu ile şiddetlenen tek taraflı bir şikayettir. Temporal tendinitte, temporalis kası aktive edildiğinde (mandibular elevasyon) genellikle ağrı oluşur. Temporal tendonun ağız içi palpasyonu sonucunda aşırı ağrı meydana gelmektedir. Palpasyon, parmağın ramusun en üst sınırına yerleştirilerek koronoid proçesin en üst kısmına, mümkün olduğu kadar yükseğe hareket ettirilmesiyle gerçekleştirilir (Dawson, 2006; Okeson, 2019).

Stilomandibular ligamentin iltihabı

Bazı araştırmacılar stilomandibular ligamentin iltihaplanması sonucunda ilgili bölgede ağrı olabileceğini hatta yukarıya doğru göze ve temporal bölgeye yayılabileceğini öne sürmüşlerdir. Parmağın stilomandibular ligamentin bağlandığı bölgeye yerleştirilmesiyle mandibulanın medial yönde içeriye doğru hareket ettirilerek ligamentin bulunduğu bölgenin palpe edilmesiyle belirlenebilir (Dawson, 2006; Okeson, 2019)

Kronik mandibular hipomobilité

Kronik mandibular hipomobilité, mandibular hareketlerin uzun süreli ağrısız bir şekilde kısıtlanmasıdır. Bazen eklem kapsül içi yüzeylerinde normal hareketleri engelleyen adezyonlar gelişir. Buna ankiloz denir. Ankiloz mevcut olduğunda TME, GF içerisinde yer değiştiremez ve bu durum sınırlı bir hareket aralığına neden olur (Okeson, 2019).

Ankiloz

Ankiloz, eklemdaki fibröz yapışıklıklardan veya kapsüller bağdaki fibrotik değişikliklerden kaynaklanır. Nadiren de MK'nin

GF ile birleştiği bir kemik ankilozu gelişebilir (White, 2018; Okeson, 2019).

Ankilozun en yaygın kaynağı makro travmadır. Bu travma sekonder enflamasyonla sonuçlanan doku hasarına neden olur. Travma ayrıca hemartroz veya eklem içinde fibröz doku gelişimi için bir matris oluşturabilen kanamaya neden olabilir. Diğer bir yaygın travma kaynağı TME ameliyatlarıdır (Okeson, 2019).

Hastalar sıklıkla mandibular harekette bariz bir kısıtlılıkla birlikte daha önceden varolan bir travmatik yaralanma veya kapsülit durumlarını bildirirler. Hareket tüm pozisyonlarda (açma-kapama, laterale ve mediale hareket, protrüzyon, retrüzyon) kısıtlıdır ve ankiloz unilateral ise açılma sırasında ilgili tarafta defleksiyon oluşur. Bunu doğrulamak için TME radyografileri kullanılabilir. MK protrüzyon veya laterotrzyon hareketlerinde önemli ölçüde hareket edemeyecektir ve bu nedenle hastadan alınan açık ve kapalı pozisyonlardaki radyografilerde belirgin bir fark gözlemlenemez (Yengin, 2000; Okeson, 2019).

Kas kontraksiyonu

Kas kontraktürü, bir kasın daha fazla kontrakte olma kabiliyetine müdahale etmeden fonksiyonel uzunluğundaki klinik kısalmayı ifade eder. İki tür kas kontraktürü tanımlamıştır: "miyostatik" ve "miyofibrotik". Bunları klinik olarak ayırt etmek zordur ancak tedavileri farklı olduğundan ayrımlarını yapmak önemlidir (Yengin, 2000; Okeson, 2019).

Miyostatik

Miyostatik kontraktürü, bir kasın uzun süre tamamen gerilmesinin engellenmesiyle oluşur. Kısıtlamanın, tam gevşemenin ilişkili olduğu bir yapıda ağrıya neden olmasından kaynaklanıyor olabilir. Örneğin, TME'de ağrı olmadan ağız sadece 25 mm aılabiliyorsa, elevatör kaslar koruyucu bir şekilde hareketi bu aralık

içinde kısıtlayacaktır. Bu durum devam ederse miyostatik kasılma meydana gelebilir. Hasta, uzun süredir var olan ağız açıklığındaki kısıtlılıktan şikayetçidir. Miyostatik kontraktür, ağız açıklığının ağrısız kısıtlanması ile karakterizedir (Yengin, 2000; Bortoluzzi & Sheffer, 2009; Okeson, 2019; Shivakotee & ark., 2019).

Miyofibrotik

Miyofibrotik kontraktür, kasın veya kılıfının içindeki doku yapışıklıklarıdır. Genellikle miyozit veya kasta meydana gelen travma sonucunda oluşur. Miyofibrotik kontraktür cerrahi veya uzun süreli mandibular hareket kısıtlaması gibi durumlar sonucunda oluşmaktadır. Ağrı şikayeti yoktur. Bazen hasta, çok uzun süredir mevcut olduğu için ağız açıklığındaki kısıtlılığın farkında bile olmaz. Laterotrüziv hareket etkilenmez ve bu durum teşhise yardımcı olur (Yengin, 2000; Okeson, 2019).

Koronoid empedans

Ağız açma sırasında koronoid proçes, zigomatik proçes ile maksillanın arka yan yüzeyi arasından anteroinferior olarak uzanır. Koronoid proçes çok uzunsa TME hareketlerini engelleyebilir ve mandibulanın kronik hipomobilitesine neden olabilir. Koronoid proçesin anteriorundaki bölgenin travması veya enfeksiyonu, bu dokuların fibrotik veya kemiksel adezyonlarına yol açabilir. Bu durum, parafonksiyonel hareketler sonucunda koronoid proçesi çeken temporal kasın kronik aktivitesi ile ilişkili olabilir (Okeson, 2019).

Ağız Açma hareketi uzun süreli ve ağrısız bir şekilde kısıtlanmaktadır. TME fonksiyonel hareketlerinin tümünde bir kısıtlama vardır. Unilateral veya bilateral olabilir, unilateral ise; ağız açma esnasında mandibula ipsilateral olarak deviye olur (Okeson, 2019).

Gelişimsel bozukluklar

Gelişimsel bozukluklar hem yumuşak hem de sert dokularda görülür. Gelişimsel bozuklukların görüldüğü çok sayıda sendrom mevcuttur. Kemiklerin yaygın büyüme bozuklukları: agenezi (büyüme olmaması), hipoplazi (yetersiz büyüme), hiperplazi (çok fazla büyüme) veya neoplazidir (kontROLSÜZ, yıkıcı büyüme). Kasların yaygın büyüme bozuklukları: hipotrofi (kasın boyutunun az olması ve kasta güçsüzlük), hipertrofi (kasın boyutunun ve gücünün artması) ve neoplazidir (kontROLSÜZ, yıkıcı büyüme) (Kebede & Megersa, 2011)

Gelişimsel bozukluklar genel olarak travma veya genetik faktörlerle ilişkilidir. Bu büyüme bozuklukları tipik olarak yavaş ortaya çıkar ve majör maloklüzyonlara neden olabilir ve sıklıkla hastada değişen büyüme uyum sağlayan fonksiyonel değişiklikler gözlemlenir. TME'yi içeren neoplastik aktivite nadirdir, ancak teşhis edilmezse agresif hale gelebilir (Slama, Zoghbanı & Hidayat, 2009; Okeson, 2019).

Sonuç

TME çiğneme, konuşma ve esneme gibi birçok önemli fonksiyonu yerine getiren kas, ligament, artiküler disk, sinoviyal membran, mandibular kondil ve AE gibi birçok komponentten oluşan karmaşık bir yapıdadır. TME bozukluklarının tanısı, tedavideki multidisipliner yaklaşım nedeniyle büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

Aksoy, C. (2000). Temporomandibular ağrı ve disfonksiyon. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Kitabevi, 1391-1425.

Azlağ, P. K., (2022). Temporomandibular eklem görüntülemesi. Ahmet Berhan Yılmaz, Sevcihan Günen Yılmaz (Ed.), *Farklı açılardan temporomandibular eklem* (s. 30-45). Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Bortoluzzi, M. C., & Sheffer, M. A. R. (2009). Treatment of temporomandibular joint ankylosis with gap arthroplasty and temporal muscle/fascia graft: a case report with five-year follow-up. *Revista Odonto Ciência*, 24(3), 315-318.

Bäck, K., Ahlqwist, M., Hakeberg, M., & Dahlström, L. (2017). Occurrence of signs of osteoarthritis/arthritis in the temporomandibular joint on panoramic radiographs in Swedish women. *Community dentistry and oral epidemiology*, 45(5), 478-484.

Dawson P. E. (2006). *Functional occlusion-e-book: from tmj to smile design*. St. Louis: Mosby.

Dworkin S.F. (1992). Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and classification, critique. *J Orofac Pain*, 6, 302-355.

Dimitroulis, G. (2005). The prevalence of osteoarthritis in cases of advanced internal derangement of the temporomandibular joint: a clinical, surgical and histological study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 34(4), 345-349.

El-Melegy, D. N., El-Khouly, R. M., Mwafi, M. E. E. D., & Zyton, H. A. E. H. (2017). Magnetic resonance imaging versus musculoskeletal ultrasound in the evaluation of temporomandibular

joint in rheumatoid arthritis patients. *The Egyptian Rheumatologist*, 39(4), 207-211.

Glyn-Jones, S., & Palmer, A. J. Agricola R, et al.(2015). Osteoarthritis. *Lancet*, 386(9991), 376-387.

Kebede, B., & Megersa, S. (2011). Idiopathic masseter muscle hypertrophy. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 21(3).

Maixner, W., Diatchenko, L., Dubner, R., Fillingim, R. B., Greenspan, J. D., Knott, C., ... & Slade, G. D. (2011). Orofacial pain prospective evaluation and risk assessment study—the OPPERA study. *The journal of Pain*, 12(11), 4-11.

Miernik, M., & Wiğckiewicz, W. (2015). The Basic Conservative Treatment of Temporomandibular Joint Anterior Disc Displacement Without Reduction Review. *Adv Clin Exp Med*, 24(4), 731–5.

Netter, F. H., (2011). *Netter's Head and Neck Anatomy for Dentistry*. (pp. 256-65) Philadelphia: Saunders, Elsevier Incorporation.

Okeson, J. P. (2019). *Management of temporomandibular disorders and occlusion-e- book*.(8th ed) St. Louis: Elsevier.

Orhan, K., Nishiyama, H., Tadashi, S., Murakami, S., & Furukawa, S. (2006). Comparison of altered signal intensity, position, and morphology of the TMJ disc in MR images corrected for variations in surface coil sensitivity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(4), 515-522.

Peck, C. C., Goulet, J. P., Lobbezoo, F., Schiffman, E. L., Alstergren, P., Anderson, G. C., ... & List, T. (2014). Expanding the

taxonomy of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders. *Journal of oral rehabilitation*, 41(1), 2-23.

Shivakotee, S., Menon, C. S., Sham, M. E., Kumar, V., & Archana, S. (2020). TMJ ankylosis management: our experience. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 19, 579-584.

Slama, L. B., Zoghmani, A., & Hidayat, S. (2009). Tumeurs musculaires des mâchoires. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, 110(6), 335-337.

Smith, A. M. (1981). The coactivation of antagonist muscles. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 59(7), 733-747.

Stegenga, D. B. (2006). TMJ disc derangements. *TMDs, an evidence based approach to diagnosis and treatment*.

Rajkannan, P. (2016). Dry needling technique in myogenous temporomandibular disorders: A clinical commentary. *Journal of Advanced Clinical and Research Insights*, 3(3), 107-109.

Tanaka, E., Shibaguchi, T., Tanaka, M., & Tanne, K. (2000). Viscoelastic properties of the human temporomandibular joint disc in patients with internal derangement. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 58(9), 997-1002.

Tanaka, E., Detamore, M. S., & Mercuri, L. G. (2008). Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *Journal of dental research*, 87(4), 296-307.

White, S. (2018) *Oral Radiology Principles and Interpretation*. (8th ed.) St. Louis: Mosby

Wilkes, C. H. (1989). Internal derangements of the temporomandibular joint: pathological variations. *Archives of otolaryngology-head & neck surgery*, 115(4), 469-477.

Yengin, E. (2000). Temporomandibular rahatsızlıklarda teşhis ve tedavi. *İstanbul: Dilek Matbaacılık*, 14-22.

Yılmaz, G. S., (2022). Temporomandibular eklem görüntülemesi. Ahmet Berhan Yılmaz, Sevcihan Günen Yılmaz (Ed.), *Farklı açılardan temporomandibular eklem* (s. 51-67). Ankara: Akademisyen Kitabevi.

DIŞ HEKİMLİĞİNDE YAPAY ZEKA GELİŞMELERİ

**UTKU CEM HASIRCI⁴
DİDEM DUMANLI⁵
GEDİZ GEDUK⁶
ÇİĞDEM ŞEKER⁷**

Giriş

Yapay zeka (YZ), makinelerin insan benzeri bilişsel işlevleri yerine getirmesini sağlayan bilgisayar sistemleri ve algoritmalarını kapsayan bir bilim dalıdır. Makine öğrenimi (ML), sinir ağları (NN) ve derin öğrenme (DL) gibi alt disiplinleri içeren bu teknoloji, verilerden öğrenme, örüntüleri tanıma, problem çözme, karar alma

⁴ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0009-0002-1606-7819, utkucem1@hotmail.com

⁵Uzman Dt., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0000-0001-7409-8096, didem.dumanli@hotmail.com

⁶ Doç. Dr. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orchid: 0000-0002-9650-2149, gedizgeduk@gmail.com

⁷ Dr. Öğr. Üyesi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8984-1241, cgdmdmrhn@gmail.com

ve doğal dil işleme gibi süreçleri gerçekleştirme yeteneğine sahiptir. (Schwendicke, Samek & Krois, 2020)

YZ sistemleri, karmaşık veri setlerini analiz ederek tahminlerde bulunabilir, belirli görevleri otomatikleştirebilir ve zamanla kendi performansını iyileştirebilir. Geleneksel yazılımlar belirli kurallara dayanırken, YZ sistemleri verilerden öğrenerek kendi kararlarını oluşturabilir. Özellikle sinir ağları, insan beyninin işleyişini taklit eden matematiksel modeller kullanarak veri analizi ve karar verme süreçlerini daha etkili hale getirmektedir. (Ossowska, Kusiak & Świetlik, 2022).

Günümüzde yapay zeka tıp, mühendislik, finans ve sağlık bilimleri dahil birçok alanda devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Dış hekimliği alanında ise YZ, teşhis ve tedavi süreçlerinde daha hızlı ve doğru kararlar alınmasını sağlamaktadır. YZ sistemleri, radyolojik görüntülerin analizinden, tedavi planlamasına ve robotik cerrahiye kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. (Arsiwala-Scheppach ve ark., 2023)

Yapay Zekanın Dış Hekimliğindeki Tarihsel Gelişimi

YZ'nin dış hekimliği alanındaki kullanımı 2010'lu yıllardan itibaren artış göstermiştir. Özellikle derin öğrenme tabanlı sistemler, dış radyografilerinin yorumlanması, teşhis sürecinin iyileştirilmesi ve dijital hasta yönetimi konularında büyük ilerlemeler sağlamıştır. 2015'ten itibaren YZ destekli dış hekimliği uygulamaları, çürük teşhisi, ortodontik tedavi planlaması, implant yerleşimi ve robotik cerrahi gibi alanlarda yaygınlaşmaya başlamıştır (Schwendicke, Samek & Krois, 2020).

2020'li yıllarda, YZ destekli sistemler, hastaların kişisel sağlık verilerini analiz ederek en uygun tedavi yöntemlerini önermeye başlamıştır (Arsiwala-Scheppach ve ark., 2023).

Gelecekte, YZ destekli sistemlerin dış hekimliği pratiğinde daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir. Ancak veri güvenliği, etik sorumluluklar ve klinik doğruluk gibi faktörler dikkate alınarak yeni düzenlemeler yapılması gerekmektedir (Ossowska, Kusiak & Świetlik, 2022).

Yapay Zekanın Alt Dalları

1. Makine Öğrenimi (Machine Learning - ML)

Makine öğrenimi, YZ'nin en temel alt dallarından biri olup, sistemlerin açık programlama olmadan veri setlerinden öğrenmesini sağlayan bir yapıdır. Algoritmalar, büyük miktarda veriden örüntüleri tespit ederek tahminler yapabilir. Dış hekimliğinde makine öğrenimi, röntgen görüntülerini analiz etme, çürükleri belirleme ve tedavi planlaması yapma gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Arsiwala-Scheppach ve ark., 2023).

2. Derin Öğrenme (Deep Learning - DL)

Derin öğrenme, makine öğreniminin bir alt dalıdır ve yapay sinir ağları (artificial neural networks - ANN) kullanılarak daha karmaşık problemlerin çözümünü sağlar. Derin öğrenme modelleri, büyük veri setleri ile eğitildiğinde yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilir (Khanagar ve ark., 2021).

3. Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing - NLP)

Doğal dil işleme, bilgisayarların insan dilini anlamasını, yorumlamasını ve üretmesini sağlayan yapay zeka alt dalıdır. Dış hekimliğinde NLP, hasta kayıtlarının otomatik analiz edilmesi, klinik notların dijitalleştirilmesi ve hasta geri bildirimlerinin değerlendirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Pethani & Dunn, 2023).

4. Bilgisayarlı Görü (Computer Vision - CV)

Bilgisayarlı görü, yapay zekanın görsel verileri analiz etmesine ve anlamasına odaklanan bir alt dalıdır. Diş hekimliğinde, panoramik röntgenler, üç boyutlu tomografi görüntüleri ve intraoral fotoğrafların otomatik analizi için bilgisayarlı görü teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Hiraiwa ve ark., 2018).

5. Uzman Sistemler (Expert Systems)

Uzman sistemler, belirli bir alandaki uzman bilgisine dayalı karar verme süreçlerini taklit eden yapay zeka modelleridir. Bu sistemler, belirli kurallar ve veri tabanları aracılığıyla diş hekimlerine teşhis ve tedavi önerileri sunabilir (Khanagar ve ark., 2021).

Çene Radyolojisi Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

Yapay zeka (YZ), tıbbi görüntüleme alanında devrim yaratmış ve diş hekimliği radyolojisinde önemli gelişmelere öncülük etmiştir. Dijital diş radyografisi, intraoral radyograflar, panoramik görüntüler ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) gibi görüntüleme yöntemleriyle büyük miktarda veri üretmektedir. YZ, bu büyük veri kümelerini analiz ederek teşhis doğruluğunu artırmak, işlem süresini kısaltmak ve klinik karar süreçlerini iyileştirmek amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır (Putra ve ark., 2022).

Diş hekimliği radyolojisinde YZ, özellikle çürük tespiti, periapikal lezyonların analizi, kemik kaybının değerlendirilmesi ve tümör/kist sınıflandırmaları gibi alanlarda etkili olmuştur. Geleneksel radyografik değerlendirme yöntemleri, gözlemcinin deneyimine ve yorum yeteneğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilirken, YZ tabanlı sistemler objektif ve tekrarlanabilir analizler sunmaktadır (Pauwels ve ark., 2021).

YZ, diş çürüklerini tespit etmek için yapay sinir ağları (ANN) ve evrişimli sinir ağları (CNN) gibi teknikler kullanmaktadır.

Örneğin, Choi et al. (2016), derin öğrenme yöntemleri ile periapikal radyograflarda çürükleri tespit edebilen bir model geliştirmiş ve bu modelin doğruluk oranını %86-97 arasında belirlemiştir (Putra ve ark., 2022).

Benzer şekilde, Pauwels ve ekibi (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, CNN modellerinin periapikal lezyonların tespitinde insan gözlemcilerle karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur (Pauwels ve ark., 2021).

Radyolojik görüntülerden çene tümörlerini ve kistleri tespit etmek, diş hekimleri için zorlu bir süreç olabilir. YZ modelleri, tümör ve kistleri sınıflandırmak için derin öğrenme algoritmalarını kullanarak, geleneksel yöntemlerden daha hızlı ve hassas analizler gerçekleştirebilir (Pauwels ve ark., 2021).

Örneğin, Kwon ve Yang (2020), YOLO (You Only Look Once) adlı derin CNN modelini kullanarak panoramik radyograflerde ameloblastoma ve çeşitli kistleri başarıyla tespit etmiştir. Bu tür sistemler, radyologlara ikinci bir görüş sağlamak ve teşhis doğruluğunu artırmak için büyük bir potansiyele sahiptir (Putra ve ark., 2022).

Çene cerrahisinde, ağız mukozası hastalıklarının teşhisi de YZ'nin gelişmekte olduğu bir alandır. YZ tabanlı modeller, hastaların ağız içi lezyonlarının fotoğraflarını analiz ederek teşhis sürecini hızlandırmaktadır (Zhan ve ark., 2025).

Örneğin, GPT-4 tabanlı sistemler, ağız içi lezyonların tanısını yaparak yapılandırılmış raporlar üretebilmekte ve telemedisin uygulamalarına entegre edilebilmektedir. Yapılan testlerde, GPT-4'ün ağız mukozası hastalıklarını tanıma doğruluğunun %87 civarında olduğu bulunmuştur (Zhan ve ark., 2025).

Protetik Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Gelişmeleri

Protetik diş tedavisinde en önemli süreçlerden biri protezin hastaya uygun şekilde tasarlanmasıdır. Geleneksel yöntemlerde diş preparasyonu ve protez tasarımı, hekimin deneyimine bağlı olarak değişebilirken, YZ destekli sistemler, taranan dijital verileri analiz ederek en uygun protez tasarımını önerebilmektedir (Saifieva & Turabov, 2025).

YZ destekli planlama sistemleri, hastanın dijital verilerini kullanarak sanal protez modelleri oluşturabilir ve olası protez varyasyonlarını önceden simüle edebilir. Örneğin, otomatik diş preparasyonu planlama sistemleri, dişin anatomik yapısını analiz ederek en uygun hazırlık yöntemini belirleyebilir (Saifieva & Turabov, 2025).

YZ, implant destekli protez uygulamalarında da önemli bir rol oynamaktadır. CBCT (Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi) görüntülerini analiz eden yapay zeka algoritmaları, en uygun implant yerleşim planını oluşturarak cerrahi işlemlerin başarısını artırmaktadır. Ayrıca, sanal planlama ve 3D baskı teknolojileri, implant yerleşiminden önce hastaya özel titanyum ağ çerçeveleri oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, protezlerin daha stabil ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır (Oyamada ve ark., 2025).

Protez kron segmentasyonu, protezlerin doğru bir şekilde tasarlanması ve uygulanması için kritik bir adımdır. YZ destekli protez kron segmentasyonu, intraoral taramaların CBCT ile otomatik olarak eşleştirilmesini sağlayarak daha hassas protez yerleşimi sunmaktadır. Örneğin, yapılan bir çalışmada YZ destekli protez kron segmentasyonunun geleneksel yöntemlere kıyasla 200 kat daha hızlı olduğu ve %91 doğruluk oranına sahip olduğu bulunmuştur (Elgarba ve ark., 2025).

Protetik diş tedavisinde, hastanın maksimum interkusal pozisyonunun (MIP) doğru şekilde belirlenmesi, protezin başarılı bir şekilde yerleştirilmesi için gereklidir. Geleneksel yöntemler manuel ölçüm gerektirirken, YZ tabanlı sistemler intraoral tarayıcılarla birlikte kullanılarak, hasta çene kapanışını daha hassas bir şekilde analiz edebilir. YZ tabanlı sistemler, tam ark (complete arch) taramalarında daha yüksek doğruluk sağlarken, yarım ark (half arch) taramalarında da geleneksel yöntemlere kıyasla daha iyi sonuçlar vermektedir (Revilla-León ve ark., 2025).

YZ sadece doğrudan klinik uygulamalarda değil, aynı zamanda protetik diş hekimliği eğitimi ve klinik karar destek sistemlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan bir araştırmada, YZ destekli chatbotların, protez diş hekimliği sınav sorularını cevaplama yetenekleri test edilmiş ve bazı chatbot modellerinin %73 doğruluk oranına ulaştığı bulunmuştur (Eraslan ve ark., 2025).

Bu gelişmeler, YZ'nin protez diş hekimliği eğitimi ve klinik karar destek sistemlerinde giderek daha fazla kullanılacağını göstermektedir.

Çene Cerrahisi Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

Çene cerrahisinde radyolojik görüntülerin analizi, doğru teşhis koyma açısından kritik öneme sahiptir. YZ tabanlı görüntü işleme sistemleri, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) verilerini kullanarak çene kemiği kırıkları, tümörler ve kistik lezyonları daha hassas bir şekilde tespit edebilmektedir. Özellikle, zygomatik (elmacık kemiği) kırıklarının değerlendirilmesinde bilgisayar destekli cerrahi (CAS) sistemleri, postoperatif iyileşme sürecini izlemek için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, YZ tabanlı sistemlerin, geleneksel manuel ölçümlere kıyasla daha doğru ve hızlı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Benedetti ve ark., 2025).

YZ, cerrahi planlamada büyük bir dönüşüm sağlamaktadır. Ameliyat öncesinde 3D modelleme ve sanal cerrahi simülasyonları, cerrahların operasyon sırasında karşılaşılabileceği zorlukları önceden belirlemelerine olanak tanımaktadır (Heiland, 2025).

Örneğin, maksillofasiyal rekonstrüksiyon gerektiren vakalarda, sanal planlama teknolojileri ve 3D yazıcılarla üretilen kişiye özel titanyum ağ çerçeveleri (cTiMesh) kullanılmaktadır. Bu teknik, implant yerleşimini optimize ederek hastaların daha iyi fonksiyonel ve estetik sonuçlar almasını sağlamaktadır (Oyamada ve ark., 2025).

YZ, çene kırıklarının yönetiminde de önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle zigomatik kompleks (ZMC) kırıkları gibi yüz travmalarında, bilgisayar destekli cerrahi (CAS) sistemleri, ameliyat sonrası iyileşme sürecinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. YZ destekli planlama sistemleri, postoperatif simülasyonlar oluşturarak cerrahların ideal kemik hizalamasını ve implant yerleşimini değerlendirmesine yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalar, CAS sistemlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha başarılı anatomik hizalama sağladığını göstermektedir (Benedetti ve ark., 2025).

YZ, robotik cerrahinin geliştirilmesi açısından da önemli bir yere sahiptir. Robot destekli cerrahi sistemler, hassasiyet gerektiren maksillofasiyal cerrahilerde cerrahların hata oranlarını düşürmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, YZ tabanlı cerrahi navigasyon sistemleri, cerrahların hastanın anatomisini gerçek zamanlı olarak görselleştirerek operasyon sırasında daha iyi kararlar almasını sağlamaktadır. Bu sistemlerin, özellikle temporomandibular eklem (TME) cerrahisi ve ortognatik cerrahilerde kullanılmasının giderek yaygınlaştığı belirtilmektedir (Heiland, 2025).

Ameliyat sonrası takip süreçlerinde, YZ tabanlı klinik karar destek sistemleri (CDSS), hasta iyileşmesini izlemek ve olası

komplifikasyonları tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bu sistemler, ameliyat sonrası enfeksiyon riskini ve kemik iyileşme süreçlerini değerlendirerek, hekimlere öneriler sunmaktadır. Ayrıca, YZ destekli chatbotlar, hastaların ameliyat sonrası bakım talimatlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olmakta ve hasta-hekim iletişimini güçlendirmektedir (On ve ark., 2025).

Periodontoloji Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

YZ'nin en önemli kullanım alanlarından biri, periodontal hastalıkların erken teşhisidir. Makine öğrenme modelleri, röntgen görüntülerinden periodontal kemik kaybını tespit edebilir ve hastalığın evresini belirleyebilir. Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN), Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Rastgele Ormanlar (RF) gibi algoritmalar, radyografik ve klinik görüntüleri analiz ederek yüksek doğruluk oranları ile tanı koyabilmektedir (Firincioglu & Ozmeric, 2025).

Örneğin, bir çalışma, U-Net ve YOLO-v4 adlı derin öğrenme tekniklerini kullanarak periodontal kemik kaybını yüzde bazında hesaplamış ve periodontitis evrelerini başarılı bir şekilde sınıflandırmıştır (Oh ve ark., 2025).

Makine öğrenme modelleri, hastaların periodontal hastalık geliştirme riskini tahmin etmek için kullanılmaktadır. Sigara içme, diyabet varlığı, diş eti kanaması ve yaş gibi faktörler, bu tahminlerde önemli değişkenler olarak değerlendirilmektedir. Bir çalışmada, 18.553 hastanın verilerini içeren bir model, bireylerin periodontal hastalık seviyelerini başarıyla tahmin etmiş ve XGBoost modeli kullanılarak sağlıklı bireyler ile ileri seviyedeki periodontal hastalığı olan bireyler arasında yüksek doğruluk oranları elde edilmiştir (Oh ve ark., 2025).

YZ ayrıca tedavi süreçlerinin tahmini ve takibi konusunda da umut vadetmektedir. Bir çalışma, 1.000 hastadan oluşan bir sentetik

veri seti ile yapılan analizde, hastaların yaş, sigara kullanımı ve hastalık şiddeti gibi değişkenlere göre tedavi sonrası durumlarının tahmin edilmesini sağlamıştır. Rastgele Orman Regresyon modeli (RF Regressor), tedavi değişkeninin sonuçlar üzerindeki etkisini başarılı bir şekilde kontrol ederek, daha hassas öngörülerde bulunmuştur (Firincioglulari & Ozmeric, 2025).

Periodontolojide yapay zeka, sadece teşhis ve tedavi tahminleriyle sınırlı kalmayıp, hasta takibi ve yönetiminde de önemli bir rol oynamaktadır. Yapay zeka destekli dental izleme sistemleri, hastalara evde ağız hijyenlerini kontrol etmeleri için hatırlatmalar gönderebilir ve diş hekimlerine hastalarının ağız sağlığıyla ilgili güncel verileri sunabilir. Yapılan bir çalışmada, AI destekli dental takip uygulamaları kullanılarak hastaların periodontal sağlıklarının uzun vadede önemli ölçüde iyileştirildiği ve yaşam kalitelerinin arttığı gözlemlenmiştir (You ve ark., 2024).

Endodonti Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

YZ, özellikle radyografik görüntü analizi yoluyla endodontik teşhiste önemli bir rol oynamaktadır. Konvolüsyonel sinir ağları (CNN) ve destek vektör makineleri (SVM) gibi algoritmalar, periapikal lezyonlar, kök kırıkları ve pulpa hastalıklarının tespitinde büyük doğruluk oranları ile kullanılmaktadır (Suresh ve ark., 2025).

Özellikle, AI tabanlı sistemler Cone Beam Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) görüntülerinde periapikal lezyonları tespit etmek için kullanılmış ve %93 doğruluk oranına ulaşmıştır (Shabharish ve ark., 2025).

Bunun yanı sıra, yapay zeka sistemleri dikey kök kırıklarını tespit etme konusunda da yüksek başarı göstermektedir. Bir çalışma, PNN (Probabilistic Neural Network) tabanlı bir modelin, CBCT görüntülerinde %96,6 doğruluk oranı ile dikey kök kırıklarını tespit ettiğini göstermiştir (Kumar ve ark., 2025).

Endodontik tedavilerin başarısı, kök kanal morfolojisinin doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. Yapay zeka tabanlı görüntü işleme teknikleri, pulp kavitesi yapısını otomatik olarak segment ederek klinik uygulamaları kolaylaştırmaktadır. AI tabanlı sistemler, CBCT görüntülerinden kök kanal morfolojisini analiz ederek, özellikle MB2 (ikinci mesiobukkal kanal) gibi gözden kaçan kanalları belirleyebilmektedir. Bu geleneksel teşhis yöntemlerine kıyasla endodontistlere daha kesin ve güvenilir bir rehberlik sunmaktadır. (Santos-Junior ve ark., 2025).

Kök kanal tedavilerinde çalışma uzunluğunun (working length, WL) doğru belirlenmesi, başarının temel taşlarından biridir. Geleneksel yöntemlerde manuel ölçüm ve radyografik değerlendirme kullanılırken, yapay zeka tabanlı sistemler radyografik görüntülerden apikal forameni otomatik olarak tespit ederek bu süreci optimize etmektedir. AI'nin bu alandaki kullanımı, çalışma uzunluğunun belirlenmesinde daha yüksek doğruluk sağlayarak kanal tedavisinde komplikasyon riskini azaltmaktadır. (Saghiri ve ark., 2025).

Yapay zeka algoritmaları, endodontik tedavi süreçlerinin sonucunu tahmin etmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Makine öğrenimi modelleri, hastanın yaşı, diş yapısı, periapikal lezyon boyutu ve kök gelişim aşaması gibi faktörleri analiz ederek tedavi başarısını tahmin edebilmektedir (Lu ve ark., 2025). Özellikle Random Forest (RF) ve Gradient Boosting Machine (GBM) algoritmaları, tedavi sonuçlarını tahmin etmede yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. RF modeli, 1 yıllık takip süresi için %91 doğruluk oranına sahipken, 2 yıllık takip süresi için %84 doğruluk oranına ulaşmıştır (Lu ve ark., 2025).

Ayrıca, yapay zeka destekli sistemler, endodontik tedavilerin başarısız olma olasılığını öngörerek hekimlere alternatif tedavi seçenekleri sunabilmektedir. AI modelleri, endodontik retreatment

(yeniden kanal tedavisi) ihtiyacını tahmin ederek gereksiz müdahalelerin önüne geçebilir ve hasta için en uygun tedavi seçeneğini sunabilir (Suresh ve ark., 2025).

Restoratif Diş Tedavisi Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

Restoratif diş hekimliği uygulamalarında da artan ivmeyle yapılan kapsamlı çalışmalar sonucu elde edilen bulgulara bağlı olarak YZ ile çürüklerin yanı sıra vertikal mine çatlaklarının teşhisi, restorasyon hatalarının tespiti, restorasyonların bitim halini önceden tahmin etmek gibi uygulamalar öne çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada mine ve dentin çürükleri tespitinde YZ doğruluğu karşılaştırılmış ve dentin çürükleri teşhisinde mine çürüklerinden daha başarılı olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada bite-wing radyograflarda aproksimal çürükleri teşhisi için geliştirilen bir YZ modeli için en iyi muayeneciye göre daha yüksek performansta teşhis yapabildiği gösterilmiştir. Klinik bulgulara veya demografik ve yaşam tarzı faktörlerine bağlı olarak bir bireyin diş çürüğü geliştirme olasılığını hesaplamayı kolaylaştırmak amacıyla çürük tahmin modelleri üzerinde yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Fatima ve ark., 2023; Revilla-León ve ark., 2022).

Ortodonti Alanında Yapay Zeka Gelişmeleri

Ortodontik vakaların teşhisinde, konvolüsyonel sinir ağları (CNN) gibi derin öğrenme yöntemleri kullanılarak lateral sefalometrik analizler gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem, geleneksel manuel işaretleme ile karşılaştırıldığında çok daha hızlı ve hassas bir analiz sağlamaktadır (Tageldin, Yacout & Eid, 2025).

Özellikle sınıf II maloklüzyonlarının analizinde yapay zeka destekli sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. 3D görüntüleme yöntemleriyle birlikte 3D UX-Net algoritmaları, mandibula ve kondil büyümesinin analizinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntem, geleneksel 2D analiz yöntemlerine

kıyasla daha güvenilir ve hassas sonuçlar sunmaktadır. (Shihabi ve ark., 2025).

Ortodontik tedavilerde, sanallaştırılmış hasta modelleri kullanılarak tedavi süreçleri daha öngörülebilir hale getirilmektedir. Sanal artikülatörler, hastanın çene hareketlerini simüle ederek oklüzyon analizleri yapılmasını sağlar ve bu sayede hassas tedavi planlamaları oluşturulabilir (Lobo ve ark., 2025).

Ayrıca, sanal modelleme ile dijital ortodontik cihazların tasarımı mümkün hale gelmiştir. Özellikle 3D baskı teknolojileri ve AI destekli tasarım sistemleri, aligner ve sabit aparey üretiminde büyük kolaylık sağlamaktadır (Yousuf ve ark., 2025)

Ortodontik tedavi sırasında çene büyümesinin analizi, özellikle sınıf II maloklüzyon tedavisinde büyük önem taşımaktadır. Yapay zeka destekli 3D analizler, mandibular ve kondil büyümesini ölçmek için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, Twin-Block ve Functional Regulator II (FR2) apareylerinin mandibular büyümeye etkileri karşılaştırılmıştır. 3D analiz yöntemleriyle mandibular hacimde ve kondil pozisyonlarında istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler tespit edilmiştir (Shihabi ve ark., 2025).

Makine öğrenme algoritmaları kullanılarak, hastaların ortodontik tedaviye vereceği yanıtı öngörmek mümkün hale gelmiştir. Yapay zeka destekli modeller, hastaların yaş, genetik faktörler, çene yapısı ve diş dizilimi gibi faktörleri analiz ederek tedavi başarısını tahmin edebilir. Bu yöntemlerin kullanımı, klinik karar alma süreçlerini destekleyerek ortodontistlerin daha doğru tedavi planları oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. (Amer, Ali & Algariah, 2024).

Adli Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları

Adli diş hekimliği uygulamalarında kimlik tespiti, özellikle yangın, doğal afetler veya ciddi travma sonrası kayıp vakalarında

kritik bir öneme sahiptir. 3D yüz rekonstrüksiyonu için geliştirilen yapay zeka tabanlı modeller, kafatası özelliklerini analiz ederek eksik yumuşak dokuların tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) ve Üç Boyutlu Derin Öğrenme (3D Deep Learning - TDD), bireylerin yüz özelliklerini en yüksek doğrulukla yeniden oluşturmak için kullanılan teknikler arasındadır. Bu teknolojiler, Stable Diffusion XL ve FLAME modelleri gibi yapay zeka tekniklerini kullanarak, yaş, cinsiyet ve etnik köken gibi biyolojik profillerin rekonstrüksiyon sürecinde nasıl etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, yumuşak doku tahminindeki değişkenlikler ve adli veri setlerinin sınırlı olması nedeniyle gelişim sürecinde bazı zorluklar bulunmaktadır (Setiawardani, Rahman & Utama, 2025).

Adli diş hekimliği uygulamalarında, bireylerin cinsiyet tespiti, panoramik(OPG) görüntüler üzerinden yapılan analizlerle gerçekleştirilmektedir. Geleneksel yöntemler insan uzmanlığına dayanırken, YZ algoritmaları, mandibular yapıların analiz edilmesiyle cinsiyet belirleme süreçlerini otomatize etmektedir. Bu alanda yapılan bir sistematik derleme ve meta-analiz, YZ modellerinin cinsiyet belirleme doğruluğunun %88,66 olduğunu göstermiştir. Bazı modeller ise %99,20'ye kadar doğruluk oranına ulaşarak geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek performans sergilemektedir. Ancak, duyarlılık oranlarındaki değişkenlikler, veri setlerinin çeşitliliğine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Dashti, Azimi & Khosraviani, 2024).

Yaş tahmini hem hukukî süreçlerde hem de adli tıp araştırmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Makine öğrenimi tabanlı yöntemler, geleneksel doğrusal regresyon yöntemlerine kıyasla daha yüksek doğruluk oranlarına sahiptir. Bu çalışmalarda, Random Forest, Support Vector Regression (SVR) ve Gradient Boosting Method (GBM) gibi yapay zeka algoritmalarının kullanıldığı ve ortalama hata oranlarının geleneksel yöntemlere kıyasla daha düşük

olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Support Vector Regression (SVR) algoritmaları, ortalama hata oranını 0,69 yıl gibi düşük seviyelere indirgeyerek en başarılı sonuçları vermektedir.(Fragalli, Ferrante & Angelakopoulos, 2025).

Postmortem dental profil oluşturma süreçlerinde intraoral tarayıcıların (IOSs) kullanımı, adli diş hekimliğinde büyük bir yenilik olarak görülmektedir. Geleneksel alçı kalıplama yöntemleri yerine, dijital tarayıcılar ve YZ destekli analizler, daha hızlı ve hassas kimlik tespiti sağlamaktadır.Bu teknolojiler hem antemortem hem de postmortem dental verilerin karşılaştırılmasını kolaylaştırarak, eksik kişilerin kimliklendirilmesini hızlandırmaktadır. Ayrıca, dijital modellerin elektronik olarak paylaşılabilmesi, uluslararası adli tıp ve hukukî iş birliklerini kolaylaştırmaktadır (Nuzzolese, 2024).

Diş Hekimliğinde Yapay Zekanın Etik ve Hukuki Etkileri

Son yıllarda yapay zeka (YZ), diş hekimliğinde teşhis, tedavi planlaması, cerrahi işlemler ve hasta yönetimi gibi birçok alanda devrim niteliğinde değişiklikler yaratmıştır. Ancak, bu teknolojik ilerleme, beraberinde etik ve hukuki sorunları da getirmiştir. Hastaların veri mahremiyeti, algoritmik önyargılar, yapay zekanın hukuki sorumluluğu ve etik denetim mekanizmalarının eksikliği, yapay zekanın diş hekimliğindeki en önemli etik ve hukuki tartışma konularıdır (Bahangulu & Berko, 2025).

Özellikle şu konular diş hekimliğinde etik sorunlara neden olmaktadır:

Algoritmik Önyargılar: Yapay zeka modelleri, eğitim verilerindeki önyargıları devam ettirebilir ve belirli hasta grupları için yanlış teşhislerde bulunabilir (Bahangulu & Berko, 2025).

Hasta Mahremiyeti: YZ sistemleri, hasta verilerini analiz ederken büyük miktarda kişisel ve biyometrik veri toplar. Bu

verilerin korunması, Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) ve Hasta Hakları Yönetmeliği gibi düzenlemelerle sıkı bir şekilde denetlenmelidir (Hellalbi & Bensalem, 2025).

Hasta-Hekim Güven İlişkisi: YZ'nin karar mekanizmalarına aşırı bağımlılık, dış hekimleri ile hastalar arasındaki güven ilişkisinin zedelenmesine neden olabilir (Kabir, 2025).

YZ'nin dış hekimliğinde yaygınlaşmasıyla birlikte, hukuki sorumluluk konusu büyük bir tartışma alanı olmuştur. Hatalı teşhis veya yanlış tedavi planlaması sonucunda ortaya çıkabilecek tıbbi hatalardan kim sorumlu olacaktır? Bu konuda üç farklı yaklaşım bulunmaktadır:

Hekim Sorumluluğu: Dış hekimleri, yapay zeka destekli sistemlerin ürettiği verileri değerlendirerek kararlarını kendileri vermelidir. Hekimin YZ sistemine aşırı güvenmesi ve yanlış teşhis koyması durumunda malpraktis (tıbbi ihmal) davaları açılabilir (Hellalbi & Bensalem, 2025).

Üretici Sorumluluğu: Yapay zeka algoritmalarını geliştiren firmalar, sistemin yanlış kararlar vermesi durumunda ürün sorumluluğu (product liability) kapsamında yargılanabilir (Kabir, 2025).

Yapay Zekanın Özerkliği: Bazı uzmanlar, YZ sistemlerinin belirli yasal çerçeveler içerisinde bağımsız bir hukuki statü kazanması gerektiğini savunmaktadır. Ancak bu model henüz hukuk sistemleri tarafından benimsenmemiştir. (Waykar & Yambal, 2023)

Sonuç

Yapay zeka destekli dış hekimliği hem klinik uygulamalarda hem de akademik araştırmalarda büyük bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu teknolojilerin etik, güvenlik ve hukuki yönlerinin titizlikle ele alınması, hasta hakları ve hekim sorumluluklarını koruyacak

şekilde uygulanması gerekmektedir. Yapay zekanın doğru bir şekilde yönlendirilmesi, daha güvenli, etkili ve hasta odaklı bir diş hekimliği pratiği oluşturacaktır. (Aydoğdu & Horoz, 2024)

KAYNAKLAR

Agrawal, P., & Nikhade, P. (2022). Artificial intelligence in dentistry: Past, present, and future. *Cureus, 14*(7), e27405.

Amer, L. A., Ali, M. M. M., & Algariah, A. K. (2024). The promises and potentials for artificial intelligence in orthodontics: A review article. *African Journal of Biological Sciences, 6*(7), 4384-4390.

Arsiwala-Scheppach, L. T., Chaurasia, A., Müller, A., Krois, J., & Schwendicke, F. (2023). Machine learning in dentistry: A scoping review. *Journal of Clinical Medicine, 12*, 937

Arthanari, A., Raj, S. S., & Ravindran, V. (2025). A narrative review in application of artificial intelligence in forensic science: Enhancing accuracy in crime scene analysis and evidence interpretation. *Journal of International Oral Health, 17*(1), 15-22.

Aydoğdu, M., & Horoz, M. (2024). Ağız ve diş sağlığında yapay zeka uygulamaları. *Kırıkkale Üniversitesi Yayınları*.

Bahangulu, J. K., & Berko, L. O. (2025). Algorithmic bias, data ethics, and governance: Ensuring fairness, transparency, and compliance in AI-powered business analytics applications. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 25*(2), 1746-1763.

Benedetti, S., Frosolini, A., Cascino, F., & Pignataro, L. V. (2025). Computer-assisted evaluation of zygomatic fracture outcomes: Case series and proposal of a reproducible workflow. *Tomography, 11*(19).

Dashti, M., Azimi, T., & Khosraviani, F. (2024). Systematic review and meta-analysis on the accuracy of artificial intelligence algorithms in individuals' gender detection using orthopantomograms. *International Dental Journal*.

Elgarba, B. M., Ali, S., Fontenele, R. C., Meeus, J., & Jacobs, R. (2025). An AI-based tool for prosthetic crown segmentation serving automated intraoral scan-to-CBCT registration in challenging high artifact scenarios. *Journal of Prosthetic Dentistry*.

Eraslan, R., Ayata, M., Yagci, F., & Albayrak, H. (2025). Exploring the potential of artificial intelligence chatbots in prosthodontics education. *BMC Medical Education*, 25, 321.

Fatima, A., Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., & Sarode, S. C. (2022). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—A systematic review. *Journal of Dental Sciences*, 16(4), 508–522.

Firincioglulari, M., & Ozmeric, N. (2025). Application of artificial intelligence in periodontology-related studies. *Current Oral Health Reports*, 12(8).

Heiland, M. (2025). Die Rolle der künstlichen Intelligenz in der MKG-Chirurgie. *Die MKG-Chirurgie*, 18(1-3).

Hellalbi, K., & Bensalem, M. (2025). Criminal liability arising from the use of artificial intelligence. *Journal of Legal and Social Studies*, 10(1), 11-23.

Hiraiwa, T., Arijji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nakata, K., Katsumata, A., Fujita, H., & Arijji, E. (2019). A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. *Dento-Maxillo-Facial Radiology*, 48(3), 20180218.

Koca Ünsal, R. B., & Orhan, K. (2022). Artificial intelligence applications in dentistry. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 75(Suppl 1), 52-55.

Nori, L. P., & Raju, K. V. (2025). Revolutionizing healthcare: The impact of AI on precision medicine. *International Journal of Pharmaceutical Investigation*, 15(2), 334-343.

Nuzzolese, E. (2024). Improving postmortem dental profiling: The integration of intraoral scanners in dental autopsies. *Perspectives in Legal and Forensic Sciences*, 1(10010).

Oyamada, Y., Yamada, H., Miyamoto, I., & Kondo, H. (2025). Application of virtual planning to maxillofacial reconstruction with an implant prosthesis: A case report. *International Journal of Implant Dentistry*, 11(14).

Pauwels, R., Brasil, D. M., Yamasaki, M. C., Jacobs, R., Bosmans, H., Freitas, D. Q., & Hairer-Neto, F. (2021). Artificial intelligence for detection of periapical lesions on intraoral radiographs: Comparison between convolutional neural networks and human observers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 131(5), 610–616.

Revilla-Leon, M., Gomez-Polo, M., Vyas, S., Barnak, B. A., Galluci, G. O., Att, W., & Krishnamurthy, V. R. (2023). Artificial intelligence applications in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(2), 293–300.

Sunar, A., Taş, Ç., Sır, E., Polater, H., & Bağlıoğlu, N. (2024). Diş hekimliğinde yapay zeka uygulamaları. *Journal of Kocaeli Health and Technology University*, 2(3), 41-57. DOI: 10.59617/efepub202366

Waykar, Y. A., & Yambal, S. S. (2023). Reimagining AI futures: Deliberating the path forward with ethical vigilance. *Journal of Propulsion Technology*, 44(5), 5276-5277.

BEYAZ LEZYONLARIN TANISINDA KULLANILAN YARDIMCI KLİNİK YÖNTEMLER

**EDANUR ALTIN⁸
UTKU CEM HASIRCI⁹
GEDİZ GEDUK¹⁰**

Giriş

Oral kanserler, dünya genelinde baş ve boyun bölgesindeki malignitelerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve özellikle oral skuamöz hücreli karsinom (OSHK) en sık görülen oral malignite türü olarak tanımlanmaktadır . Beş yıllık sağkalım oranı %50'nin altında olup, çoğu hasta ileri evrede teşhis edilmekte ve bu durum tedavi başarısını olumsuz etkilemektedir. Kanserın erken teşhisi, morbidite ve mortalite oranlarını azaltmada kritik bir rol oynamakta

⁸ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0009-0006-1299-2029, edanuraltin@hotmail.com

⁹ Arş.Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0009-0002-1601-7819, utkuceml@hotmail.com

¹⁰ Doç.Dr .,Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Zonguldak/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9650-2149,gedizgeduk@gmail.com

olup, erken dönemde tanı koyabilmek için çeşitli teşhis yöntemleri geliştirilmiştir.

Oral prekanseröz lezyonlar, malign transformasyon riski taşıyan ve erken tanı ile yakından takip edilmesi gereken patolojik oluşumlar arasında yer almaktadır. Bu tür lezyonlar, ağız mukozasında klinik olarak belirgin değişiklikler göstererek oral skuamöz hücreli karsinomaya dönüşüm potansiyeli taşımaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), maligniteye dönüşme olasılığı yüksek olan bu lezyonları “oral potansiyel malign bozukluklar” (OPMB) olarak tanımlamış ve belirli sınıflamalar yapmıştır

Oral prekanseröz lezyonlar ve durumlar, oral kanserlerin öncüsü olabilecek önemli patolojik değişimler olup, erken teşhis ve uygun tanı yöntemleri ile yönetilmesi gerekmektedir. Günümüzde, geleneksel biyopsi yöntemlerine ek olarak geliştirilen non-invaziv tanı teknikleri, premalign ve malign lezyonların erken tespitini mümkün kılmaktadır. Erken tanı ve etkin takip stratejilerinin uygulanması, oral kanserlerin morbidite ve mortalite oranlarını düşürmek adına kritik bir öneme sahiptir. (van der Waal, 2009; Warnakulasuriya, 2018)

Oral Prekanseröz Lezyonlar ve Durumlar

Prekanseröz lezyonlar arasında lökoplaki, eritroplaki, ters sigara içimi ile ilişkili palatal lezyonlar ve aktinik şelitis yer almaktadır. Lökoplaki, en yaygın prekanseröz lezyon olup, klinik olarak kazınamayan beyaz plaklar şeklinde görülmektedir ve malign dönüşüm oranı %0,1 ile %17 arasında değişmektedir. Eritroplaki, lökoplakiden daha yüksek malignite riski taşıyan, kadifemsi kırmızı plaklar ile karakterizedir ve lezyonların büyük çoğunluğu histolojik olarak ağır displazi, karsinoma in situ veya invaziv karsinom ile ilişkilendirilmektedir. Ters sigara içimi ile ilişkili palatal lezyonlar, özellikle Güney Amerika ve Güneydoğu Asya’da yaygın olup, yüksek ısıya maruziyet sonucunda sert damakta oluşan

hiperkeratotik değişimler ile tanımlanmaktadır . Aktinik şelitis, uzun süre ultraviyole ışınlar maruz kalan bireylerde, özellikle alt dudakta görülen premalign bir lezyon olup, skuamöz hücreli karsinom gelişimi ile doğrudan ilişkilendirilmektedir .

Prekanseröz durumlar ise oral malignitelerle ilişkili sistemik hastalıkları içermektedir. Bu bağlamda oral liken planus, oral submuköz fibrozis, diskoid lupus eritematozus, diskeratozis konjenita, sideropenik disfaji, epidermolizis bülloza ve kseroderma pigmentozum gibi hastalıklar prekanseröz olarak değerlendirilmektedir. Oral liken planus (OLP), otoimmün bir hastalık olup, özellikle eroziv formunun malign transformasyon riski taşıdığı bilinmektedir . Oral submuköz fibrozis (OSF), en sık Güney Asya'da görülen ve genellikle betel çiğneyen bireylerde ortaya çıkan, ağız açmada kısıtlılığa neden olan fibröz bir durumdur ve yüksek derecede malign potansiyel taşımaktadır . Diskoid lupus eritematozus (DLE), otoimmün bir hastalık olup, kronik inflamasyonun etkisiyle ağız mukozasında malign transformasyona neden olabilmektedir. Diskeratozis konjenita, genetik geçişli bir hastalık olup, oral kanser gelişme riski taşıyan epitel defektleri ile karakterizedir . Sideropenik disfaji (Plummer-Vinson sendromu), demir eksikliği ile ilişkili bir hastalık olup, özellikle yutma güçlüğü çeken bireylerde özofagus ve oral kanser riskinin arttığı gösterilmiştir . Epidermolizis bülloza (EB), epitelin kırılabilirliği ile karakterize olup, cilt ve mukoza lezyonlarında malign dönüşüm riski taşımaktadır . Kseroderma pigmentozum, ultraviyole ışınlarına karşı aşırı duyarlılık ile seyreden kalıtsal bir hastalık olup, oral ve kutanöz maligniteler için yüksek risk taşımaktadır . (Kalabalik et al., 2015; van der Waal, 2009; Warnakulasuriya, 2018)

Oral Prekanseröz Lezyonların Tanı Yöntemleri

Geleneksel oral muayene, premalign lezyonların tespitinde yetersiz kalabilmekte ve tanıda biyopsi ve histopatolojik inceleme

altın standart olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, biyopsinin invaziv olması nedeniyle daha az girişimsel ve daha hızlı sonuç alınabilen non-invaziv teşhis yöntemleri geliştirilmiştir. Vital doku boyama yöntemleri arasında Toluidin Mavisi (TM) ve Lugol İyodu, premalign ve malign hücrelerin boyanarak belirlenmesini sağlamaktadır. Otofloresans görüntüleme (VELscope, Identafi 3000), oral mukozadaki anormal hücresel değişiklikleri belirlemek için kullanılırken, kemilüminesans teknikleri (ViziLite), ışık absorpsiyon farklarına dayanarak premalign ve malign dokuların ayrımını kolaylaştırmaktadır. Dar bant görüntüleme (Narrow Band Imaging, NBI), kan damarlarının mikrovasküler yapısındaki değişiklikleri belirlemeye yönelik bir yöntem olup, displastik ve malign lezyonların tespitinde kullanılmaktadır. Fotodinamik tanı (Photodynamic Diagnosis, PDD) ve optik koherens tomografi (OCT) ise hücresel seviyede görüntüleme imkanı sağlayarak malign değişikliklerin erken tespitinde rol oynamaktadır.(Amirchaghmaghi ve ark., 2018; Khong ve ark., 2024; Madhura ve ark., 2020a; Pierfelice ve ark., 2024a)

Vital Boyama

Vital boyama klinikte kolayca uygulanan, basit ekonomik ve nispeten hassas bir teşhis yöntemidir. Lezyonların özelliklerini belirginleştirerek, klinik olarak belirgin olmayan, uydu lezyonların belirlenmesine yardımcı olur. Vital boyama biyopsi yapılacak alanın seçiminde yardımcıdır. Vital boyama uygulamalarından bazıları; toluidin mavisi ile boyama , rose Bengal boyama , metilen mavisi ile boyama ve Lugol iodin ile boyama şeklindedir.(Madhura ve ark., 2020b)

Toluidin Mavi Boyama

Toluidin Mavi boya; oral premalign / malign lezyonların erken teşhisinde en çok çalışılan yöntemdir . Toluidin mavisi tiazin grubundan asidofilik metakromatik bir boyadır ve nükleik asit içeren

hücre ve dokuları maviye boyamaktadır. (Epstein & Güneri, 2009) Toluidin mavi boyama oral malign / premalign lezyonların görüntülenmesinde, premalign lezyonların tedavi sonrası takibinde kullanılmaktadır. Toluidin mavi boya oral premalign lezyonların teşhisinde 38–100%; sensivite gösterirken 9–100% spesifite göstermiştir. Toluidin mavi ile boyamanın kısıtlılıkları ise ; boyama şeklindeki varyasyonlar, renk algılanmasının subjektif oluşu ve az sayıda randomize kontrollü çalışma şeklindedir. Tüm bu kısıtlamalar sebebiyle , toluidin mavi ile boyama altın standart kabul edilmemiştir. (D. Liu et al., 2016) Toluidin boyama kullanılırken; Ağız içi su ile çalkalanarak temizlenir. 1% asetik asit uygulanarak tükürük ve artıklar temizlenir. 1% TB solüsyonu uygulanır (pamuklu çubuk veya ağız çalkalama ile). Tekrar asetik asit uygulanarak fazla boya giderilir

Toluidin mavi ile boyanan doku incelenirken, boyanmış dokunun rengine göre yorum yapılır. Boyanan dokunun parlak mavi olması pozitif sonuç belirtirken, soluk maviye boyanan dokular negatif kabul edilir. Renk analizi yapılırken dijital renk analizi yardımcı olabilir. (Güneri ve ark., 2013)

Rose Bengal Boyama

Rose Bengal boyama , oküler yüzey bozuklarının teşhisinde kullanılan tetrakloro,tetraiododerivatif bir floresandır. Rose Bengal boyamanın deskuame oküler epitel hücrelerine, sağlıklı olmayan ölü ya da dejenere hücreleri boyadığı düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada ise RB ile boyama yapılmıştır ve boyanan dokuların tonlarına göre düşünülen sonuçlar histopatolojik sonuçlarla korele izlenmiştir ve RB boyama testinin oral malign / premalign lezyonların teşhisinde değerli bir tanı testi olduğu düşünülmüştür.(Du et ve ark., 2007)

Metilen Mavisi Boyama

Metilen Mavisi toluidin mavisi ile benzer şekilde asidofilik karakterdedir ve nükleik asit içeriğine afinite gösterir. Nükleik aside olan afinitesi sayesinde anormal nükleik asit seviyeleri gösteren oral premalign / malign lezyonların tanısında kullanılmaktadır. Metilen mavisi ile boyama yapılan çalışmada % 90 sensitivite (%88 malign % 92 premalign lezyon) göstermiştir.

Metilen mavisinin düşük toksisite göstermesi, toluidin mavisinden daha ucuz olması sebebiyle yüksek riskli hastalarda büyük ölçekli taramalarda kullanımı uygundur. Ancak sonuçlar altın standart olan histopatolojik değerlendirmeye doğrulanmalıdır. (Chen ve ark., 2007)

Lugol İodin Boyama

Lugol ioidin boyamanın mekanizması ioidinin sitoplazmadaki glikojene bağlanarak boyanmasına dayanmaktadır. Malign hücrelerde hücresel farklılaşma azalması ve artmış glikoliz sebebiyle ioidin nişasta reaksiyonu azalmıştır. Lugol ioidin ile boyama yapıldığında normal dokular kahverengi gözlenirken, displastik ya da malign lezyonlar boyanmaz ya da çevresindeki dokulardan daha solgun renkli izlenir. (Petruzzi ve ark., 2010)

Lugol ioidin boyama, operasyon sırasında, rezeksiyon sınırlarının belirlenmesinde ve lokal rekürrens riskinin azaltılması ve hastalarda sağ kalımın artırılmasında etkilidir. (Kurita ve ark., 2012)

Yapılan çalışmalar sonucunda lugol ioidin boyamanın oral malign / premalign lezyonların teşhisinde yüksek bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. (D. Liu ve ark., 2016)

Kemilüminesans Yöntemler

Kemilüminesans yöntemlerin çalışma prensibi, kimyasal ürünlerin reaksiyonu üzerine dalga boyu 430 -580 nm olan mavi-beyaz ışığın yayılmasıdır. Bu süreç yaklaşık on dakika sürer.

Normal hücreler belirli bir dalga boyunu emerken, anormal hücreler ise daha yüksek nükleer sitoplazma oranı sebebiyle ışığı yansıtır. %1 asetik asit ile bir dakikalık durulamayı takiben ışık uygulamasının ardından gözlenen renk aseto beyaz ise sonuç pozitif olarak düşünülür.(Madhura ve ark., 2020a)

Kemilüminesans yöntemlerin arasında ViziLite, ViziLite Plus, Microlux/DL Orasoptic DK. sayılabilir. Bu yöntemler arasındaki esas farklılık ViziLite ve ViziLite Plus ‘ ın tek kullanımlık bir çubuk içermesi, Microlux DL ve Orasoptic DX ‘in ise mavi beyaz ışık yayan diot (LED) fiber optik ışık sağlamasıdır. (D. Liu ve ark., 2016)

ViziLite

ViziLite (Zila Pharmaceuticals, Phoenix, AZ), baş boyunda bulunan şüpheli lezyonların muayenesinde incelemeyi kolaylaştırmak için kullanılabilecek FDA onaylı ilk yardımcı teknolojidir.

ViziLite sistemi kullanılırken, mukozadaki glikoprotein bariyeri kaldırmak amacıyla %1 asetik asit solüsyonu uygulanır ve ardından hafifçe kurutulur. Ortalama dalga boyu 490 ile 510 nm olan mavi / beyaz bir ışık ile aktive edilir. Normal hücreler ışığı absorbe eder ve mavi görüntü verir. Ancak anormal hücrelerdeki daha yüksek nükleer / sitoplazma oranı sebebiyle bu dokular ışığı daha parlak, daha keskin ve daha aseto beyaz olacak şeklide yansıtır. (Oh & Laskin, 2007)

Yapılan bir çalışmada ViziLite ‘ın erken epitelyal değişiklikleri normal mukozadan ayırt edebildiği

görülmüşken(Vashisht et al., 2014) ; eritroplaki gibi kırmızı lezyonlarda, eroziv ve inflamatuvar lezyonlarda yanlış negatif sonuç vermiştir. (Tatehara & Satomura, 2020)

ViziLite Plus

ViziLite Plus sistemi, oral mukozadaki hiperkeratotik alanlardan yansıyan ışığın yorumlanmasına dayanır. Sağlıklı mukoza ışığı absorbe ederek daha koyu gözlenirken, şüpheli lezyonlar beyaz gözüktür. Bu sistem, mavi ışık yansıtan kemiluminesent ışık kaynağı içermektedir. Eklenen mavi ışığın, keratinize alanları lokalize etmede daha efektif olduğu görülmüştür. (Nikolov ve ark., 2021)

MicroLux DL

Microlux DL (AdDent, Danbury, Conn.) kemilüminesans ışığına benzer bir ışık emisyon tekniği prensibiyle çalışmaktadır. Çalışma prensibi olarak ViziLite ile benzemektedir. Bu sistemle lezyon sınırları keskinleştirilirken görselleştirme de iyileştirilir. Uygulama yapılırken önce hasta ağzı % 1 asetik asit solüsyonuyla çalkatılır. Sonra mavi beyaz LED fiber optik ışık kaynağı (440 nm) kullanılır . Bu sistemin avantajı tekrar kullanılabilir olmasıdır. (D. Liu et al., 2016; Rivero et al., 2011)

599 hasta incelenerek yapılan bir çalışmada ise MicroluxDL ‘nin lezyon tespitini önemli ölçüde geliştirdiği görülmüştür. Bu çalışmada MicroluxDL’nin oral premalign lezyonları tespit etmedeki sensitivite ve spesivitesi 100% ve 32.4% bulunmuştur (İbrahim ve ark., 2014).

Ancak MicroluxDL inflamatuvar , travmatik ve malign lezyonların ayırımında yetersiz bulunmuştur. (McIntosh ve ark., 2009)

Orasoptic DK

Bu sistem oral lezyonların görünürlüğünün arttırılması için kullanılan, taşınabilir bir LED ışık kaynağı cihazıdır. Bu sistemde de ışıkla muayene yapılmadan önce, hastanın mukozası asetik asit ile durulanmalıdır. (Patton ve ark., 2008)

Otofloresans Görüntüleme

Biyolojik dokular spektrofotometrik cihazlar aracılığıyla tespit edilebilen belirli ışık dalga boylarını emebilir ve yeniden yayabilir. Otofloresans görüntüleme tekniğinde , tek renkli bir ışık kaynağı kullanılır. Bu görüntüleme yöntemi kullanıcının tecrübesini gerektiren , görsel muayenenin bir tamamlayıcısıdır.

Velscope

VELscope, premalign lezyonların erken teşhisinde günlük pratikte kolayca kullanılabilen bir cihazdır. VELscope ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından ağız kanserlerinin önlenmesinde etkili bir araç olarak kabul edilmiştir.

Bu cihaz mavi ışık yayar ve incelenen dokuların fotoğraflayabilen bir kamera içerir. Sağlıklı epitel dokuları yeşil elma renginde gözlenirken , etkilenmiş dokular ise floresans kaybı nedeniyle koyu gözüktür.

VELscope ile yapılan muayene ağrısızdır ve ilaç gerektirmez

VELscope ile yapılan çalışmalar incelenerek yapılan bir çalışmaya göre , bu cihazın oral mukozadaki lezyonların tanısında kullanımı açısından mükemmel bir araç olmasına rağmen , oral mukozadaki premalign, malign veya basit bir akut enflamasyon durumları arasında ayırım yapma kapasitesine sahip olmadığı görülmüştür.

Tıpkı diğer cihazlarda olduğu gibi bu tanı aracının kullanılmasında da ,uygulama yapan klinisyenin tecrübesine ihtiyaç

duyulmaktadır. Bununla birlikte , cerrahiye rehberlik etmek için mükemmel bir araç olduğu kanıtlanmıştır ve iyi duyarlılık sonuçlarına sahiptir.

Oral lezyonların tanısında altın standart her zaman biyopsi olsa da ,lezyonların erken teşhisinde , konvansiyonel muayeneye ek olarak kullanılabilir olduğu görülmüştür.(Cicciù ve ark., 2019)

Identafi 300

Identafi 300, oral premalignan ve malign lezyonların erken teşhisinde kullanılan non-invaziv bir floresan görselleştirme cihazıdır. Bu cihaz, normal ve anormal dokular arasındaki otofloresan farklılıkları tespit ederek lezyonların saptanmasını kolaylaştırır.

Identafi 300'ün klinik kullanımı çeşitli avantajlar ve kısıtlamalar içermektedir:

Hızlı ve non-invaziv bir tarama aracı olması, displastik değişiklik ve malign transformasyona uğramış hücrelerde otofloresans kaybını tespit ederek şüpheli alanları belirleyebilmesi , klinisyenlerin yüksek riskli hastaları daha dikkatli incelemelerine olanak sağlaması avantajları arasındadır.

Ancak , düşük spesifikliği nedeniyle benign lezyonlarla premalign/malign lezyonları ayırt etmede yetersiz kalması ve klinik muayene ve biyopsi gibi tanı yöntemleriyle birlikte kullanılmasının gerekliliği kısıtlamaları arasında sayılabilir.

Identafi 300 kullanılarak yapılan bir çalışmada,cihazın spesivite değeri %15 bulunmuştur. Bu değer sonucu bu cihazın pramlign ve malign lezyonlarını ayırt etmekte yetersiz olduğu düşünülür. Bu sebeple Identafi 300 tek başına kesin bir tanı koymada yeterli değildir ve biyopsi gibi konvansiyonel yöntemlerle desteklenmelidir.(Amirchaghmaghi et al., 2018; Pierfelice et al., 2024b; Tatehara & Satomura, 2020)

ORAL ID

OralID, otofloresans tabanlı bir görüntüleme cihazı olup, oral premalign lezyonları erken aşamada tespit etmek için geliştirilmiştir. Bu sistem, malign değişiklikleri gösteren doku alanlarının normal dokulara kıyasla farklı floresans özelliklerine sahip olduğu ilkesine dayanır.

ORAL ID kullanımı , non-invaziv ve hızlı bir tarama yöntemi sunması,prealign değişiklikleri erken aşamada belirleme potansiyeline sahip olması ve düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması sebebiyle avantaj sağlar.

Düşük spesifiklik oranı nedeniyle yanlış pozitif sonuçların sık görülmesi, displastik ve benign lezyonlar arasında kesin ayırım yapamaması ve konvansiyonel biyopsi yöntemleriyle doğrulama gerektirmesi sebebiyle dezavantajlıdır.

Yapılan çalışmalarda OralID gibi otofloresans cihazlarının premalign lezyonları saptamada hassasiyetinin yüksek olduğunu, ancak düşük spesifikliği nedeniyle biyopsi gibi geleneksel tanı yöntemleriyle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışma ayrıca, OralID'nin non-invaziv bir tarama aracı olarak klinik kullanımda önemli bir yardımcı araç olduğunu, ancak maligniteyi kesin olarak teşhis etmede tek başına yeterli olamayacağını vurgulamaktadır. (Warner ve ark., 2024).

Difüz Yansıma Spektroskopisi

Diffüz yansıma, biyolojik dokulara yönlendirilen ışığın, doku içindeki heterojen yapılar sebebiyle çoklu elastik saçılmaya uğrayarak çeşitli yönlere dağılması sonucu oluşur. Diffüz yansıma spektroskopisi ve görüntüleme teknikleri, doku farklılıklarını belirlemek için 545 nm ve 575 nm dalga boylarında beyaz ışık kullanarak oral lezyonların görüntülenmesini sağlamaktadır . Bu teknik, doku içindeki çekirdek büyüklüğü, epitel kalınlığı, kromatin

yapısı ve kollajen içeriğindeki değişiklikleri yansıyan ışığın spektral özellikleriyle ilişkilendirerek analiz eder

Bu görüntüleme sistemi, geleneksel biyopsi ve histopatolojik değerlendirme yöntemlerine kıyasla non-invaziv bir tanı aracı olarak avantaj sağlamaktadır. Bu teknik, lezyon bölgesinin tamamını tarayarak en yüksek malignite potansiyeline sahip bölgenin belirlenmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, sistemin premalign ve malign doku ayrımında %97'ye varan duyarlılık ve özgüllük oranları sunduğu rapor edilmiştir. Ve bu görüntüleme sisteminin altın standart histopatoloji ile karşılaştırırken, oral lezyonların potansiyel olarak malign alanlarını nispeten iyi tanısal doğrulukla tespit etmede bir tarama aracı olarak çok etkili olduğu düşünülmüştür.(Stephen ve ark., 2013)

Lazer Kaynaklı Floresans

Lazer kaynaklı floresans (Laser-Induced Fluorescence - LIF), biyolojik dokuların optik özelliklerini analiz ederek premalign ve malign lezyonların erken teşhisinde kullanılan hassas bir spektroskopik yöntemdir. Yüksek duyarlılık, düşük numune tüketimi, kısa test süresi ve yerinde ölçüm yapabilme avantajları sayesinde, son yıllarda kanser teşhisinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Bu teknolojisini, oral lezyonların erken teşhisi için kullanılmış ve premalign lezyonların normal dokulardan ayırt edilmesinde yüksek doğruluk oranları sağlamıştır. Çalışmalar, 5-ALA (5-aminolevulinik asit) kullanılarak PpIX (protoporfirin IX) floresans sinyallerinin artırılabilceğini ve böylece ağız kanseri tanısının kolaylaşabileceğini göstermiştir

Lazer kaynaklı floresans, özellikle kanser teşhisinde yüksek hassasiyet ve özgüllük sunan non-invaziv bir tekniktir. Premalign ve malign dokuların erken aşamada tespit edilmesine yardımcı olarak,

daha etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu teknolojinin yaygın klinik kullanımı için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.(W. Liu ve ark., 2013)

Tükürüğün Tanı Aracı Olarak Kullanması

Mevcut araştırmalar, tükürüğün oral premalign ve malign lezyonların erken teşhisinde güçlü bir tanısal araç olabileceğini göstermektedir. Sitokinler, iz elementler, DNA/RNA bazlı biyobelirteçler ve protein bazlı analizler, oral kanser taramalarında umut vadeden yaklaşımlar olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu biyobelirteçlerin klinik pratikte yaygın kullanımı için daha geniş çaplı prospektif çalışmalar gerekmektedir.

Tükürük Biyobelirteçleri ve Tanısal Önemi

Tükürük, genetik materyal (DNA, RNA), proteinler, enzimler ve iyonlar gibi biyomoleküller içerir. Bu bileşenler, premalign ve malign lezyonların tanısında önemli roller üstlenmektedir. Özellikle interlökinler (IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α), matriks metalloproteinazlar (MMP-9) ve laktohidrojenaz (LDH) gibi biyobelirteçler, oral kanser hastalarının tükürüğünde yüksek seviyelerde tespit edilmiştir (Mathevosyan D et al., 2024) Ve bu biyobelirteçlerin tanısal hassasiyetinin %48 ile %96 arasında değiştiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, tükürükteki çözünür CD44 (sCD44) seviyeleri, yüksek riskli bireylerde oral malignitelerin erken tespiti için umut vadeden bir belirteç olarak değerlendirilmiştir(Raslan ve ark., 2024)

Tükürükteki İz Elementler ve Kanser İlişkisi

Son yıllarda yapılan araştırmalar, bakır (Cu), çinko (Zn), kalsiyum (Ca), kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) gibi iz elementlerin tükürük ve serum seviyelerinin oral kanser vakalarında değiştiğini ortaya koymuştur. Samadi ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, OSCC ve oral potansiyel malign bozukluk (OPMD)

hastalarının tükürüğünde ve serumunda bu elementlerin konsantrasyonlarının anlamlı şekilde arttığı saptanmıştır. Özellikle, bakır seviyelerinin artışı ve çinko seviyelerinin azalması, OSCC hastalarında belirgin bir biyobelirteç modeli oluşturmuştur.

Tükürük Genomik ve Proteomik Analizler

Tükürük bazlı tanı yöntemlerinde genomik ve proteomik analizler, yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlayan tekniklerdir. Yapılan çalışmalarda, salivary cell-free DNA (cfDNA) ve salivary circulating tumor DNA (ctDNA) gibi genetik biyobelirteçlerin, erken evre OSCC tanısında umut verici olduğu gösterilmiştir. Metin girmek için buraya tıklayın veya dokununuz. Ayrıca, mRNA biyobelirteçlerinden IL8, IL1 β , SAT1 ve S100P'nin, oral skuamöz hücreli karsinom hastalarını sağlıklı bireylerden ayırt etmede yüksek doğruluk oranlarına sahip olduğu bulunmuştur .

Tükürüğün Klinik Kullanımı ve Avantajları

Tükürük bazlı testlerin en önemli avantajlarından biri non-invaziv olmasıdır. Hastalardan kan almak gibi invaziv yöntemlere kıyasla, tükürük örnekleri kolayca toplanabilir ve depolanabilir. Ayrıca, düşük maliyetli olması ve hızlı sonuç vermesi, bu yöntemin klinik uygulamalarda yaygınlaşmasını teşvik etmektedir .(Mathevosyan ve ark., 2024) Ancak, tükürük biyobelirteçlerinin standartlaştırılması ve klinik doğrulamalarının daha fazla çalışma ile desteklenmesi gerekmektedir.

Dar Bant Görüntüleme (DBG)

Dar Bant Görüntüleme (Narrow Band Imaging - DBG), optik filtreleme teknolojisini kullanarak mukoza ve submukozal damar yapılarının daha net ve ayrıntılı bir şekilde incelenmesini sağlayan ileri bir endoskopik görüntüleme yöntemidir. DBG, özel bir ışık dalga boyu filtresi kullanarak mukoza yüzeyindeki ve altındaki

damarsal yapıların daha belirgin hale gelmesini sağlar. Bu teknik şu şekilde çalışır:

1. Işık Filtreleme: Standart beyaz ışık yerine 415 nm (mavi ışık) ve 540 nm (yeşil ışık) dalga boylarını kullanır.
2. Hemoglobin Emilimi: Mavi ışık, hemoglobin tarafından daha fazla emildiği için mukozal kapiller damarların belirginleşmesini sağlar.
3. Yüksek Kontrastlı Görüntüleme: Yeşil ışık, daha derin damarsal yapıları vurgulayarak submukozal damarları ve neoanjiyogenez gibi kanserle ilişkili değişiklikleri daha görünür hale getirir.

Bu özellikleri sayesinde, epitel içindeki ve altındaki vasküler paternler daha net gözlemlenebilir, bu da lezyonların benign, premalign veya malign olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olur.

DBG'nin başlıca avantajları arasında, non-invaziv olması, vasküler paternleri ayrıntılı bir şekilde görselleştirebilmesi ve biyopsi ihtiyacını azaltma potansiyeli yer almaktadır. Bununla birlikte, bazı çalışmalar, özellikle kalın epitel tabakasına sahip bölgelerde (örneğin dil dorsumu, bukkal mukoza) DBG'nin etkinliğinin azalabileceğini göstermektedir (Chidambaram ve ark., 2024)

Yapılan prospektif bir çalışmada, DBG'nin baş ve boyun bölgesindeki prekanseröz ve malign lezyonların teşhisinde oldukça yüksek bir özgüllüğe (%92) ve negatif prediktif değere (%96) sahip olduğu gösterilmiştir. (Chidambaram ve ark., 2024). Yapılan başka bir çalışmada ise DBG'nin diğer optik görüntüleme yöntemleri (örneğin Raman spektroskopisi, difüz reflektans spektroskopisi) ile birlikte kullanıldığında tanısal doğruluğunun önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Çalışmada, DBG'nin prekanseröz ve malign oral lezyonları ayırt etmede yüksek hassasiyet sunduğu, ancak

histopatolojik değerlendirme olmadan kesin tanının mümkün olmadığı vurgulanmıştır (Khong ve ark., 2024)

Sonuç olarak, dar bant görüntüleme, oral premalign lezyonların erken teşhisinde değerli bir araç olarak kabul edilmekte olup, histopatoloji ile güçlü bir korelasyon göstermektedir. Ancak, bu teknolojinin biyopsi yerine geçmesi için daha fazla prospektif çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Optik Koherens Tomografi (OKT)

Optik Koherens Tomografi (OKT), premalign ve malign oral lezyonların non-invaziv olarak değerlendirilmesini sağlayan ileri bir görüntüleme tekniğidir. Yüksek znrlkl kesitsel görüntüler elde edebilme kapasitesiyle, OKT, oral mukozadaki morfolojik değişikliklerin detaylı olarak incelenmesine olanak tanır .özellikle lökoplaki, eritroplaki ve oral displazi gibi premalign lezyonların tanısında, OKT'nin histopatolojik incelemeye tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri, non invaziv olması ,gerçek zamanlı doku değerlendirmesi yapabilmesi ve biyopsi gerekliliğini belirlemede yol gösterici olabilmesidir . OKT'nin lökoplaki ve eritroplaki vakalarında epitel kalınlığı, keratinizasyon seviyesi ve bazal membran bütünlüğü gibi histolojik değişiklikleri tespit edebildiği gösterilmiştir . Bununla birlikte, OKT'nin premalign ve malign lezyonları kesin olarak ayırt edebilme yeteneği halen tartışmalıdır ve histopatolojik doğrulama gerekmektedir .

Sonuç olarak, OKT, oral premalign lezyonların erken teşhisi için umut vadeden bir yöntem olmakla birlikte, histopatolojik değerlendirmeye birlikte kullanılması gerekmektedir. Gelecekte, OKT'nin çözünürlüğünün artırılması ve diğer optik tanı

yöntemleriyle kombine edilmesi, oral kanserlerin erken teşhisindeki etkinliğini artırabilir.

Optik Koherens Tomografi (OKT), non-invaziv bir optik biyopsi yöntemi olarak, premalign ve malign oral lezyonların erken teşhisinde potansiyel bir tanı aracı olarak değerlendirilmektedir. Jerjes ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışmada, OKT'nin oral lezyonlardaki mimari değişiklikleri tespit etme kabiliyeti histopatolojik bulgular ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada, 27 hastadan alınan toplam 34 oral lezyon (26 lökoplaki ve 8 eritroplaki vakası) incelenmiştir. OKT ile elde edilen görüntülerde keratin tabakası, epitel dokusu, bazal membran ve lamina propria değişimleri değerlendirilmiş ve bu veriler histopatolojik sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın bulgularına göre, OKT'nin doku mimarisinde meydana gelen değişiklikleri tanımlayabildiği, ancak kesin bir tanı koyma veya farklı lezyonları birbirinden ayırt etme konusunda sınırlı olduğu belirlenmiştir. Bazal membran, incelenen 34 lezyondan yalnızca 15'inde net olarak tespit edilebilmiştir. Bununla birlikte, iki bağımsız klinisyen tarafından OCT görüntüleri değerlendirilmiş ve her iki uzman, tüm vakalarda biyopsi gerekliliği konusunda mutabakata varmıştır. Bu sonuçlar, OKT'nin oral premalign lezyonların değerlendirilmesinde tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini, ancak tek başına tanı koymada yetersiz kalabileceğini göstermektedir.

OKT'nin hızlı, non-invaziv ve gerçek zamanlı görüntüleme sağlaması gibi avantajları bulunmakla birlikte, çalışmada çözünürlüğün bazı durumlarda yetersiz olduğu ve doku derinliklerine ulaşmada sınırlamaları bulunduğu vurgulanmıştır. OKT, epitel kalınlığı ve bazal membran bütünlüğü gibi önemli histolojik parametreleri değerlendirebilmesine rağmen, malignite açısından kesin bir ayırım yapamamaktadır. Bu nedenle,

histopatolojik inceleme gereksinimini belirlemede yardımcı bir araç olarak kullanılması önerilmektedir.

Bu çalışma, OKT'nin oral premalign lezyonların erken teşhisinde umut vadeden bir teknik olduğunu ortaya koysa da, kesin tanı için henüz histopatolojik analizlerin yerine geçemeyeceğini ve yöntemin daha ileri çalışmalarla geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kaynakça

Amirchaghmaghi, M., Mohtasham, N., Delavarian, Z., Shakeri, M. T., Hatami, M., & Mosannen Mozafari, P. (2018). The diagnostic value of the native fluorescence visualization device for early detection of premalignant/malignant lesions of the oral cavity. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 21, 19–27. <https://doi.org/10.1016/J.PDPDT.2017.10.019>

Chen, Y. W., Lin, J. S., Fong, J. H. J., Wang, I. K., Chou, S. J., Wu, C. H., Lui, M. T., Chang, C. S., & Kao, S. Y. (2007). Use of methylene blue as a diagnostic aid in early detection of oral cancer and precancerous lesions. *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 45(7), 590–591. <https://doi.org/10.1016/J.BJOMS.2006.08.017>

Chidambaram, K., Kumar Parida, P., Mittal, Y., Chappity, P., Kumar Samal, D., Pradhan, P., Sarkar, S., & Kumar Adhya, A. (2024). Correlation of Narrow Band Imaging Patterns with Histopathology Reports in Head and Neck Lesions. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s12070-024-04809-2>

Cicciù, M., Cervino, G., Fiorillo, L., D’Amico, C., Oteri, G., Troiano, G., Zhurakivska, K., Muzio, L. Lo, Herford, A. S., Crimi, S., Bianchi, A., Di Stasio, D., Rullo, R., Laino, G., & Laino, L. (2019). Early Diagnosis on Oral and Potentially Oral Malignant Lesions: A Systematic Review on the VELscope® Fluorescence Method. *Dentistry Journal* 2019, Vol. 7, Page 93, 7(3), 93. <https://doi.org/10.3390/DJ7030093>

Du, G. F., Li, C. Z., Chen, H. Z., Chen, X. M., Xiao, Q., Cao, Z. G., Shang, S. H., & Cai, X. (2007). Rose bengal staining in detection of oral precancerous and malignant lesions with

colorimetric evaluation: A pilot study. *International Journal of Cancer*, 120(9), 1958–1963. <https://doi.org/10.1002/IJC.22467>

Epstein, J. B., & Güneri, P. (2009). The adjunctive role of toluidine blue in detection of oral premalignant and malignant lesions. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 17(2), 79–87. <https://doi.org/10.1097/MOO.0B013E32832771DA>

Gleber-Netto, F. O., Yakob, M., Li, F., Feng, Z., Dai, J., Kao, H. K., Chang, Y. L., Chang, K. P., & Wong, D. T. W. (2016). Salivary Biomarkers for Detection of Oral Squamous Cell Carcinoma in a Taiwanese Population. *Clinical Cancer Research: An Official Journal of the American Association for Cancer Research*, 22(13), 3340–3347. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-15-1761>

Güneri, P., Epstein, J. B., İlhan, B., Kaya, A., & Boyacıoğlu, H. (2013). Clinical application of a digital method to improve the accuracy of color perception in toluidine blue stained oral mucosal lesions. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 44(8), 619–627. <https://doi.org/10.3290/J.QI.A29510>

Ibrahim, S. S., Al-Attas, S. A., Darwish, Z. E., Amer, H. A., & Hassan, M. H. (2014). Effectiveness of the Microlux/DLTM chemiluminescence device in screening of potentially malignant and malignant oral lesions. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 15(15), 6081–6086. <https://doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.15.6081>

Kalabalık, F., Tarım Ertuş, E., Katip Çelebi Üniversitesi, İ., Hekimliği Fakültesi, D., & Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, A. (2015). Oral Premalign Lezyonların Teşhis Yöntemleri. *Annals of Health Sciences Research*, 4(2), 59–63. <https://dergipark.org.tr/en/pub/annhealthscires/issue/65343/100681>

Khong, B., Ferlito, S., Quek, S., Conte, G., Ingrassia, A., Lechien, J. R., Chiesa-Estomba, C., Mayo, M., Maniaci, A., Radulesco, T., Michel, J., Fakhry, N., & Polosa, R. (2024). Past, Present, and Future Diagnostic Methods for the Early Noninvasive Detection of Oral Premalignant Lesions: A State of the Art and Systematic Review. *Ear, Nose and Throat Journal*. https://doi.org/10.1177/01455613241245204/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_01455613241245204-FIG3.JPEG

Kurita, H., Kamata, T., Li, X., Nakanishi, Y., Shimane, T., & Koike, T. (2012). Effectiveness of vital staining with iodine solution in reducing local recurrence after resection of dysplastic or malignant oral mucosa. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 109–112. <https://doi.org/10.1016/J.BJOMS.2011.03.006>

Liu, D., Zhao, X., Zeng, X., Dan, H., & Chen, Q. (2016). Non-Invasive Techniques for Detection and Diagnosis of Oral Potentially Malignant Disorders. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 238(2), 165–177. <https://doi.org/10.1620/TJEM.238.165>

Liu, W., Zhang, X. H., Liu, K. P., Zhang, S. Da, & Duan, Y. X. (2013). Laser-induced fluorescence: Progress and prospective for in vivo cancer diagnosis. In *Chinese Science Bulletin* (Vol. 58, Issue 17, pp. 2003–2016). <https://doi.org/10.1007/s11434-013-5826-y>

Madhura, M. G., Rao, R. S., Patil, S., Alhazmi, Y. A., Jafer, M., Habib, S. R., & Awan, K. H. (2020a). Minimally invasive procedures for the recognition and diagnosis of oral precancer and cancer. *Disease-a-Month*, 66(12), 101033. <https://doi.org/10.1016/J.DISAMONTH.2020.101033>

Madhura, M. G., Rao, R. S., Patil, S., Alhazmi, Y. A., Jafer, M., Habib, S. R., & Awan, K. H. (2020b). Minimally invasive procedures for the recognition and diagnosis of oral precancer and

cancer. *Disease-a-Month*, 66(12), 101033.
<https://doi.org/10.1016/J.DISAMONTH.2020.101033>

Mathevosyan D, Arekelyan K, & Gagik Hakobyan. (2024). Role of Salivary Biomarkers for Early Oral Cancer Detection: A Review Role of Salivary Biomarkers for Early Oral Cancer Detection: A Review Clinics of Oncology. *Clinics of Oncology*, 8(4), 1–10. <https://clinicsofoncology.org/>

McIntosh, L., McCullough, M. J., & Farah, C. S. (2009). The assessment of diffused light illumination and acetic acid rinse (Microlux/DL™) in the visualisation of oral mucosal lesions. *Oral Oncology*, 45(12), e227–e231.
<https://doi.org/10.1016/J.ORALONCOLOGY.2009.08.001>

Nikolov, N., Karaslavova, E., & Yaneva, B. (2021). Effectiveness of velscope and vizilite plus systems in diagnostics of oral lesions. *Acta Medica Bulgarica*, 48(1), 88–94.
<https://doi.org/10.2478/AMB-2021-0014>

Oh, E. S., & Laskin, D. M. (2007). Efficacy of the ViziLite System in the Identification of Oral Lesions. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(3), 424–426.
<https://doi.org/10.1016/J.JOMS.2006.10.055>

Patton, L. L., Epstein, J. B., & Kerr, A. R. (2008). Adjunctive Techniques for Oral Cancer Examination and Lesion Diagnosis: A Systematic Review of the Literature. *The Journal of the American Dental Association*, 139(7), 896–905.
<https://doi.org/10.14219/JADA.ARCHIVE.2008.0276>

Petruzzi, M., Lucchese, A., Baldoni, E., Grassi, F. R., & Serpico, R. (2010). Use of Lugol's iodine in oral cancer diagnosis: An overview. *Oral Oncology*, 46(11), 811–813.
<https://doi.org/10.1016/J.ORALONCOLOGY.2010.07.013>

Pierfelice, T. V., D'amico, E., Cinquini, C., Iezzi, G., D'arcangelo, C., D'ercole, S., & Petrini, M. (2024a). *The Diagnostic Potential of Non-Invasive Tools for Oral Cancer and Precancer: A Systematic Review*. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14182033>

Pierfelice, T. V., D'amico, E., Cinquini, C., Iezzi, G., D'arcangelo, C., D'ercole, S., & Petrini, M. (2024b). *The Diagnostic Potential of Non-Invasive Tools for Oral Cancer and Precancer: A Systematic Review*. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14182033>

Raslan, S., Smith, D. H., Reis, I. M., Peifer, S. J., Forman, G., Ezech, U. C., Joshi, P., Koester, M., Buitron, I., Al-Awady, A., Halgowich, J., Liu, H., Gordon, C., Hooper, M. W., Sweeny, L., & Franzmann, E. J. (2024). Soluble CD44 in oral rinses for the early detection of cancer: a prospective cohort study in high-risk individuals. *BMC Oral Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/S12903-024-04463-8>

Rivero, E. R. C., Mendes, S. F., Ramos, G. D. O., Modolo, F., Grando, L. J., & Meurer, M. I. (2011). Techniques for Precancerous Lesion Diagnosis. *Journal of Oncology*, 2011(1), 326094. <https://doi.org/10.1155/2011/326094>

Stephen, M. M., Jayanthi, J. L., Unni, N. G., Kolady, P. E., Beena, V. T., Jeemon, P., & Subhash, N. (2013). *Diagnostic accuracy of diffuse reflectance imaging for early detection of pre-malignant and malignant changes in the oral cavity: a feasibility study*. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-13-278>

Tatehara, S., & Satomura, K. (2020). Non-Invasive Diagnostic System Based on Light for Detecting Early-Stage Oral Cancer and High-Risk Precancerous Lesions-Potential for Dentistry. *Cancers*, 12(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/CANCERS12113185>

van der Waal, I. (2009). Potentially malignant disorders of the oral and oropharyngeal mucosa; terminology, classification and present concepts of management. *Oral Oncology*, 45(4–5), 317–323. <https://doi.org/10.1016/J.ORALONCOLOGY.2008.05.016>

Vashisht, N., Ravikiran, A., Samatha, Y., Chandra Rao, P., Naik, R., & Vashisht, D. (2014). Chemiluminescence and Toluidine Blue as Diagnostic Tools for Detecting Early Stages of Oral Cancer: An invivo Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 8(4). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7746.4259>

Warnakulasuriya, S. (2018). Clinical features and presentation of oral potentially malignant disorders. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 125(6), 582–590. <https://doi.org/10.1016/J.OOOO.2018.03.011>

AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

