

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Ceyda Gizem TOPAL

yaz
yayınları

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Ceyda Gizem TOPAL

yaz
yayınları

2026

**Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Alanında
Akademik Tartışmalar**

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Ceyda Gizem TOPAL

© YAZ Yayınları

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

E_ISBN 978-625-8996-74-6

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

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

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Tükürük Bezlerinin Anatomik ve Patolojik Yapılarının Ultrasonografik Değerlendirilmesi.....	1
<i>Gizem EĞİLMEZ ÖZKILIÇ, Ezgi KATI</i>	
Endokrin Hastalıkların Oral ve Maksillofasiyal Yapılar Üzerine Etkileri	31
<i>Seda AKI BAŞER</i>	
Diş Hekimliğinde Ultrasonografi Kullanımı: Temel Prensipler, Klinik Uygulamalar ve Gelecek Perspektifleri	48
<i>Ceyda Gizem TOPAL, Edanur BULUT</i>	
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisinde Ultrasonografi ve Yapay Zekanın Rolü.....	67
<i>Osman YALÇIN, Hilal İsra ERKAN</i>	
Dental Muayene Sürecinde Kaygı Davranışlarının Değerlendirilmesi ve Giyilebilir Teknolojiler ile Analizi.....	90
<i>Utku Cem HASIRCI, Didem DUMANLI KUSAY, Nıyousha ARABINEZHAD, Gediz GEDUK</i>	
Diş Hekimliğinde İleri Görüntüleme Teknolojileri ve Güncel Uygulamalar.....	115
<i>İsmail ÇAPAR, Gediz GEDUK, Edanur ALTIN, Hüseyin Furkan YAĞCI</i>	
Maksilla ve Mandibula Anatomik Varyasyonlar	137
<i>Nurşat TÜRKER, Habibe DEMİR</i>	

Maksiller Sinüs Anatomisi ve KIBT Tabanlı Görüntüleme Değerlendirmesi	162
<i>Cemile Nur YILDIRIM</i>	

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

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

TÜKÜRÜK BEZLERİNİN ANATOMİK VE PATOLOJİK YAPILARININ ULTRASONOGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Gizem EĞİLMEZ ÖZKILIÇ¹

Ezgi KATI²

1. GİRİŞ

Tükürük bezleri, oral ve kraniyofasiyal bölgenin fonksiyonel bütünlüğünü sürdüren kompleks anatomik ve biyolojik yapılardır. Tükürük sekresyonu sindirimin başlatılması, diş minesinin remineralizasyonunun desteklenmesi, oral mukozanın korunması, yutmanın kolaylaştırılması ve tat alma fonksiyonunun sürdürülmesi gibi temel fizyolojik görevler üstlenmektedir. Ayrıca lizozim, laktoferrin, peroksidazlar, defensinler ve immünoglobulin A gibi bileşenleri sayesinde oral mikrobiyal dengenin korunmasına ve konak savunmasına katkıda bulunmaktadır (Sreebny, 2000; Turner & Sugiy, 2002).

Tükürük bezi patolojileri inflamatuvar, obstrüktif, otoimmün ve neoplastik süreçleri kapsayan geniş bir klinik spektrum oluşturur. Bu hastalıklar sıklıkla benzer semptomlarla seyredebildiğinden, bez morfolojisinin, duktal yapının, parankimal özelliklerin ve vasküleritenin ayrıntılı değerlendirilmesi tanısal doğruluk açısından önem taşımaktadır (Bialek, Jakubowski, Zajkowski, Szopinski, & Osmolski, 2006; Y. Lee, Wong, King, & Ahuja, 2008).

¹ Arş. Gör. Dr., Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır, ORCID: 0009-0008-4607-1396.

² Dr. Öğr. Üyesi, Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır, ORCID: 0000-0001-6004-3975

Tükürük bezi görüntülemesinde konvansiyonel sialografi uzun yıllar temel yöntemlerden biri olsa da invaziv yapısı ve sınırlılıkları nedeniyle yerini daha gelişmiş tekniklere bırakmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi belirli endikasyonlarda önemli avantajlar sunmakla birlikte; maliyet, erişilebilirlik, radyasyon maruziyeti ya da kontrast kullanımına bağlı sınırlılıklar taşımaktadır (Sabotin, Maley, & Hoffman, 2022). (Alimova, Sharobaro, Avdeev, Sidorenkov, & Guseva, 2023; Vogl et al., 2018).

Bu gelişmeler, ultrasonografiyi tükürük bezlerinin değerlendirilmesinde öne çıkarmıştır. Ultrasonografi; noninvaziv, radyasyon içermeyen, gerçek zamanlı ve yüksek çözünürlüklü değerlendirme sunarak bez parankimi, duktal sistem, inflamatuvar değişiklikler ve fokal lezyonların incelenmesine olanak sağlamaktadır (de Carvalho, Fraga, Lopes, & Lopes, 2022). Bu yönüyle USG, yalnızca yapısal anormalliklerin değil, aynı zamanda fonksiyonel değişikliklerin de yorumlanabildiği multimodal bir tanısal araç hâline gelmiştir.

Diş hekimliği pratiğinde tükürük bezi USG'sinin kullanım alanları giderek genişlemektedir. Submandibular veya parotis bölgesindeki şişliklerin ayırıcı tanısı, tükürük akış bozuklukları, dental enfeksiyonların servikal yapılara yayılımının değerlendirilmesi, travmatik veya iatrojenik sinir hasarlarının anatomik düzeyde belirlenmesi ve oral mukozal patolojilerin kaynak ayrımı bu yöntem sayesinde hızlı ve güvenilir biçimde yapılabilmektedir. USG'nin noninvaziv yapısı ve yüksek erişilebilirliği, diş hekimliğinde hem doğru klinik yönlendirmeyi kolaylaştırmakta hem de gereksiz ileri görüntüleme ihtiyacını azaltarak klinik yönetimi optimize etmektedir (KAR, SHARMA, SANGUIDA, & RAMASSAMY, 2025; Wortsman et al., 2021).

Başlıca görüntüleme yöntemlerinin avantaj ve sınırlılıkları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Tükürük bezi hastalıklarında kullanılan başlıca görüntüleme yöntemlerinin karşılaştırılması

Görüntüleme yöntemi	Başlıca avantajlar	Başlıca sınırlılıklar	Öne çıkan kullanım alanları
Ultrasonografi (USG)	Radyasyon içermez, gerçek zamanlıdır, düşük maliyetlidir, yüzeyel bez yapılarında yüksek çözünürlük sağlar	Operatöre bağımlıdır, derin yapıların değerlendirilmesi sınırlı olabilir	Sialolitiazis, inflamatuvar hastalıklar, yüzeyel kitleler, postoperatif komplikasyonlar
Manyetik rezonans görüntüleme (MR)	Üstün yumuşak doku kontrastı sağlar, multiplanar değerlendirmeye uygundur	Maliyet yüksektir, inceleme süresi uzundur, hareket artefaktlarına duyarlıdır	Tümör karakterizasyonu, derin lob ve çevre yumuşak doku yayılımı
Bilgisayarlı tomografi (BT)	Kalsifikasyonları ve kemik yapı ilişkilerini iyi gösterir	İyonizan radyasyon içerir, yumuşak doku ayrımı sınırlıdır	Taşlar, kemik invazyonu, komplike anatomik yayılım
Konvansiyonel sialografi	Duktal sistem anatomisini ayrıntılı gösterebilir	İnvazivdir, kontrast madde gerektirir, tam tıkanıklıkta sınırlıdır	Seçilmiş duktal patolojiler
Kontrastlı ultrasonografi (CEUS)	Mikrovasküler perfüzyonu değerlendirebilir, bazı tümörlerde ek karakterizasyon sağlar	İntravenöz kontrast ajan gerektirir, tek başına ayırıcı tanı için yeterli değildir	Tümör perfüzyonu, nekrotik alanların gösterimi
Elastografi	Doku sertliğine ilişkin kantitatif veya yarı kantitatif bilgi sunar	Kesin ayırıcı tanıda tek başına yeterli değildir, cihaz ve operatöre bağımlıdır	Fibrozis, Sjögren sendromu, benign-malign ayırımına yardımcı değerlendirme

2. TÜKÜRÜK BEZLERİNİN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Tükürük bezleri, oral kavitenin nem dengesini sürdürmek, sindirimin başlangıç aşamasını desteklemek ve mikroorganizmalara karşı kimyasal bariyer oluşturmak üzere özelleşmiş ekzokrin organlardır. İnsanlarda üç çift majör bez (parotis, submandibular ve sublingual) ile yüzlerce minör bez bulunur (Standring, 2021). Bu bezler toplamda günde ortalama 0,5–1,5 litre tükürük salgılar (Ghannam & Singh, 2023).

2.1. Majör Tükürük Bezleri

Parotis bezi en büyük tükürük bezidir ve kulak önünde, masseter kasının yüzeyinde yer alır. Bez, yüzeyel ve derin olmak üzere iki loba ayrılır; aralarından n. facialis dalları geçer. Parotis kanalı (Stensen kanalı), masseterin ön kenarı boyunca ilerleyip ağız mukozasında ikinci üst molar seviyesinde açılır. Ultrasonografik olarak parotis, çevre kas dokusuna kıyasla hafif hiperekoik ve homojen görünümündedir (Van Sickels, 2009). Bez içindeki damar ve sinir yapılarının tanınması, cerrahi planlamada olduğu kadar USG incelemesinde de önem taşır (Gritzmann, Rettenbacher, Hollerweger, Macheiner, & Hübner, 2003).

Submandibular bez anatomik olarak ağız tabanında mylohyoid kasının altında yerleşmiştir ve yapının lateral sınırını mandibula oluşturur. Bez dokusunun sınırlı bir bölümü, mylohyoid kasın posterioruna uzanarak sublingual bölgeye yerleşim gösterebilir. Bezden çıkan Wharton kanalı, ağız tabanında dil frenulumunun iki yanında sonlanır. Submandibular bez hem seröz hem müköz karakterdedir ve tükürüğün büyük kısmını salgılar. Kanalin dar ve uzun olması taş oluşumuna yatkınlık yaratır; bu nedenle sialolitiazis en sık bu bölgede görülür (Grewal, Bordoni, Shah, & Ryan, 2023). USG’de parotis bezine göre biraz daha hipoekoik bir yapı gösterir ve normalde homojen görünüm sunar (Hoffman et al., 2024).

Sublingual bez, en küçük majör bezdir ve mukozal tabakanın hemen altında, ağız tabanında, genioglossus kasının lateralinde bulunur. Yaklaşık 8–20 kadar küçük kanalı (Rivinus kanalları) doğrudan ağız içine açılır (Grewal et al., 2023). Sublingual bezin USG ile değerlendirilmesi, ince yerleşimi ve hava artefaktları nedeniyle teknik olarak daha güçtür.

2.2. Minör Tükürük Bezleri

Minör tükürük bezleri, ağız mukozasının hemen altında yüzlerce küçük yapı olarak dağılmıştır. En yoğun olarak dudak, yanak, damak ve dil kökü mukozasında bulunurlar. Bu bezlerin her biri küçük bir kanalla ağız boşluğuna açılır ve çoğunlukla müköz salgı üretir. USG ile doğrudan görüntülenmeleri zordur; ancak patolojik genişleme veya kistik lezyon varlığında dolaylı olarak saptanabilirler (Kessler & Bhatt, 2018; Senthilkumar & Mahabob, 2012).

2.3. Duktal Sistem ve Vasküler Yapı

Tükürük bezleri, salgının taşınmasını sağlayan karmaşık bir duktal sistem aracılığıyla işlev görür. Bu sistemi oluşturan interkalar, çizgili (striated) ve ekskretör kanallar, farklı morfolojik özelliklere ve fonksiyonlara sahiptir. İnterkalar kanallar salgı birimlerinden sıvıyı toplar; çizgili kanallar iyon değişimiyle tükürüğün elektrolit içeriğini düzenler; ekskretör kanallar ise tükürüğü ağız boşluğuna iletir (Carpenter, 2013). Kanlanma esas olarak eksternal karotis arterin dallarından sağlanır ve USG Doppler incelemesinde bu damar paternleri tanımlanabilir. Venöz dönüş retromandibular ve lingual venler aracılığıyla olur (Berkovitz, Holland, & Moxham, 2024).

2.4. Bez Parenkiması ve Hücresel Kompozisyon

Her majör bez, asiner hücreler ve duktal yapılarla organize olmuştur. Asiner hücreler seröz, müköz veya karışık karakterde olabilir. Seröz hücreler amilaz açısından zengin, sulu tükürük

salgılarken; müköz hücreler daha viskoz ve glikoprotein içerikli salgı üretir. Submandibular bez karışık tipte, parotis bezi seröz, sublingual bez ise ağırlıklı olarak müköz yapıdadır.

Miyoeptelyal hücreler, asinus ve duktus çevresinde yer alır ve kasılma yoluyla salgının kanal sistemine itilmesini sağlar. Bu hücrelerin fonksiyon bozukluğu, özellikle otoimmün süreçlerde (örneğin Sjögren sendromu) sekresyon azalmasına katkıda bulunabilir (Baldini, Fulvio, La Rocca, & Ferro, 2024; Verstappen, Pringle, Bootsma, & Kroese, 2021).

2.5. Tükürük Fizyolojisi

Tükürük sekresyonu iki ana fazda gerçekleşir: primer salgı asiner hücrelerden izotonik yapıda salınır, daha sonra çizgili kanallarda iyon değişimi ile hipotonik hâle gelir. Bu süreç parasempatik sistem tarafından yoğun biçimde düzenlenir; asetilkolin salınımı sekresyonu artırırken, sempatik uyarı protein içeriğini modüle eder (Pedersen, Sørensen, Proctor, Carpenter, & Ekström, 2018). Ortalama pH değeri 6,5–7,5 arasında olup, tükürük tampon kapasitesi bikarbonat sistemiyle sağlanır.

Tükürük; enzimler (amilaz, lipaz), mukoproteinler, immünoglobulin A (IgA), lizozim, laktoferrin ve büyüme faktörleri içerir. Bu bileşenler oral mikroflorayı dengeleyerek ağız dokularının bütünlüğünü korur (Dawes et al., 2015).

3. ULTRASONOGRAFİ TEKNİĞİ

Tükürük bezlerinin USG ile değerlendirilmesi, yüzeysel anatomik yerleşimleri sayesinde yüksek frekanslı lineer problarla kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Uygun teknik ve sistematik yaklaşım tanısal doğruluk açısından kritik öneme sahiptir (4). İnceleme öncesinde hastanın rahat bir pozisyonda oturması, boynun hafif ekstansiyonda olması önerilir. İncelenen bölgeye

bol miktarda jel uygulanmalı, prob-deri teması hava kalmayacak biçimde sağlanmalıdır (Tamborrini, 2025).

3.1. Cihaz ve Prob Seçimi

Yüksek çözünürlüklü lineer array problar tercih edilir (7–18 MHz). Parotis gibi yüzeysel bezlerde 10–15 MHz, submandibular bezin daha derin segmentlerinde 7–10 MHz uygundur; geniş bant, yüzeysel ve derin yapıların birlikte değerlendirilmesini sağlar. Derin duktal sistem veya posterior parotis segmenti için gerektiğinde 5–7 MHz ek prob kullanılabilir (Ahuja & Evans, 2000).

Modern USG cihazlarında bulunan bileşik görüntüleme (compound imaging), doku harmonik görüntüleme (tissue harmonic imaging) ve benek azaltma (speckle reduction) teknolojileri, özellikle parankim homojenitesinin değerlendirilmesinde görüntü kalitesini artırarak artefaktları azaltır (Yen, Chang, Huang, Huang, & Jeng, 2009). Color Doppler ve Power Doppler modları ise bez vaskülaritesinin değerlendirilmesine olanak sağlar (Li, Yuan, & Gao, 2024).

3.2. İnceleme Tekniği

Parotis bezinin değerlendirilmesi için hasta hafif baş rotasyonu yapar. Prob, kulak tragusunun hemen önünden mandibula köşesine kadar yerleştirilir. Bezin yüzeysel ve derin lobları ayrı ayrı incelenmeli, özellikle retromandibular ven ve eksternal karotis arter bu sınırı ayırt etmek için referans alınmalıdır (Howlett, 2003).

Submandibular bez incelemesinde hasta başını hafifçe karşı tarafa çevirir. Prob mandibula alt kenarına paralel yerleştirilir. Genioglossus ve mylohyoid kasları arasındaki plan dikkatle değerlendirilmelidir. Bu bölgede taş, duktal dilatasyon veya inflamasyon en sık rastlanan bulgulardır (Li et al., 2024).

Sublingual bez ise ağız tabanında yerleştiği için transkutanöz olarak izlenmesi zor olabilir. Gerekirse intraoral yüzeyden küçük prob ile ek görüntüleme yapılabilir. İntraoral yaklaşım, özellikle mukosel veya ranula gibi kistik lezyonların sınırlanmasında değerlidir (Li et al., 2024).

3.3. Görüntüleme Planları ve Sistemik Yaklaşım

Her bir bez en az iki planda incelenmelidir:

1. Longitudinal (sagittal): Bezin kraniokaudal boyutunu gösterir.
2. Transvers (aksiyel): Bezin genişliği ve derinliği değerlendirilir.

Değerlendirme sırasında bezin boyutu ve konturları, ekojenite ve homojenite özellikleri, duktal sistem görünümü, Color/Power Doppler ile vaskülarite ile patolojik kitle, taş, kist veya inflamatuvar değişiklikler sistemik olarak kaydedilmelidir (Sidhu et al., 2018).

3.4. Ultrasonografik Görünümü Etkileyen Faktörler

Normal görünüm yaş, hidrasyon durumu ve sistemik hastalıklarla değişebilir. Örneğin yaşlı bireylerde yağ infiltrasyonu ve fibrotik değişiklikler ekojeniteyi artırırken, genç bireylerde bez daha hipoekoik bir karakterdedir. Sjögren sendromu gibi otoimmün hastalıklarda erken evrede bile hafif heterojenite ve küçük hipoekoik odaklar görülebilir (Lorenzon et al., 2022). Ayrıca diş protezi, çene cerrahisi veya radyoterapi öyküsü gibi durumlar da parankim yapısında değişikliklere neden olabilir. Radyoterapi sonrası dönemde ekojenite artışı ve bez hacminde küçülme gözlenir (Z. H. Wang et al., 2009).

3.5. Görüntü Kalitesini Artırma ve Artefakt Yönetimi

Tükürük bezlerinin USG incelemesinde artefaktların kontrolü tanısal güvenilirliği artırır.

1. Benek (speckle) gürültüsü: USG dalgalarının dokudaki mikroskobik yansıtıcılardan farklı fazlarda geri dönmesi sonucu oluşan, görüntüde benekli bir görünüm oluşturan artefaktır. Bu durum parankim homojenitesinin değerlendirilmesini güçleştirebilir. Benek gürültüsünü azaltmak amacıyla birleşik görüntüleme (compound imaging) veya doku harmonik görüntüleme (tissue harmonic imaging) modlarının kullanılması önerilir. Hava veya kemik kaynaklı akustik gölgelenme özellikle submandibular bölge değerlendirmesini zorlaştırabilir; bu durumda prob açısı hafifçe değiştirilmeli veya hasta pozisyonu ayarlanmalıdır.

2. Posterior akustik amplifikasyon artefaktı: USG dalgalarının kistik ya da sıvı içerikli lezyonlardan serbestçe geçerek arka plandaki dokularda artmış ekojenite oluşturmaları sonucu ortaya çıkar. Bu nedenle kistik lezyonlarda posterior amplifikasyon beklenen ve tanıyı destekleyen tipik bir ultrasonografik bulgudur. Ancak parankim içi solid lezyonlarda benzer bir parlaklık artışı, nekroz, hemoraji veya doku heterojenliği gibi patolojik süreçlerden kaynaklanabileceği için yanlışlıkla kistik görünüm izlenimi verebilir. Bu durumda artefaktın varlığı, lezyonun iç yapısı ve sınır özellikleriyle birlikte dikkatli biçimde değerlendirilmelidir. Posterior akustik amplifikasyon artefaktı; kazanç ayarlarının optimize edilmesi, fokal derinliğin uygun seçilmesi, harmonik görüntüleme kullanımı ve compound imaging modunun etkinleştirilmesi ile azaltılabilir.

Tükürük bezi şişliğinde USG temelli tanısal yaklaşım Şekil 1’de sunulmuştur.

Tükürük bezi ultrasonografisinde intraparotid lenf nodları ve aksesuar parotis dokusu kitle lezyonları ile karışabilir; yaşa bağlı yağ infiltrasyonu patolojik ekojenite artışı izlenimi oluşturabilirken, hava artefaktı ve posterior akustik

amplifikasyon yalancı görüntülere neden olabilir, ayrıca prob basısı Doppler ile vasküler değerlendirmeyi etkileyebileceğinden bu olası pitfall'lar yorum sırasında dikkate alınmalıdır.

Güncel araştırmalar, üç boyutlu (3D) USG ve elastografi gibi tekniklerin normal anatominin volumetrik ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Quien & Saric, 2018).

4. DİŞ HEKİMLİĞİ UYGULAMALARINDA ULTRASONOGRAFİNİN KLİNİK ÖNEMİ

USG, düşük maliyeti, radyasyonsuz yapısı ve gerçek zamanlı değerlendirme imkânı sayesinde diş hekimliğinde giderek daha fazla kullanılan birinci basamak görüntüleme yöntemidir. Yüzeyel şişlikler, kalsifikasyonlar, tükürük akışı bozuklukları ve çeşitli yumuşak doku lezyonlarında hem anatomik hem de fonksiyonel bilgiyi aynı seansta sunarak klinik muayeneyi tamamlar (Orhan, 2021).

Klinik uygulamalarda USG; sialolitiaziste taşın boyutu ve lokalizasyonunu, Sjögren sendromunda parankim yapısındaki karakteristik değişiklikleri ve radyoterapi sonrası gelişen bez hasarını güvenilir biçimde ortaya koyar. Enfeksiyon, kistik oluşumlar, lenf nodları ve tümöral süreçlerin ayırıcı tanısında hızlı, etkili ve yönlendirici bir araç olup gereksiz ileri görüntüleme ve biyopsi ihtiyacını azaltır (Dietrich et al., 2024).

Tükürük bezleri veya komşu dokulara yönelik cerrahilerden sonra gelişebilen hematom, sialokel, fistül ya da nadir görülen vasküler hasar gibi komplikasyonlar USG ile noninvaziv olarak kolayca izlenebilir. Bu nedenle USG, postoperatif dönemde hem erken tanı hem de uygun yönetim açısından önemli avantaj sağlar (Elbarbary et al., 2022).

İmplantoloji ve protetik planlamada ise ultrason; yumuşak doku kalınlığı, kas tutunma bölgeleri ve damarsal yapıların değerlendirilmesini mümkün kılarak cerrahi güvenliğini artırır. Yumuşak doku mobilitesi ve kas planlarının analiz edilmesi, protez tasarımı ve stabilitesine yönelik önemli öngörüler sunar (Tanaka et al., 2023).

5. TÜKÜRÜK BEZLERİNDE NORMAL ULTRASONOGRAFİK BULGULAR

USG, iyonizan radyasyon içermemesi, düşük maliyet, kolay erişilebilirlik, gerçek zamanlı değerlendirme ve tekrarlanabilirlik gibi avantajlarıyla tükürük bezi hastalıklarının tanısında ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak önerilmektedir. Parotis, submandibular ve sublingual bezlerin parankimal yapısı, duktal sistemleri, vasküler paternleri ve patolojik değişiklikleri USG ile ayrıntılı biçimde değerlendirilebilir.

Majör tükürük bezlerinin normal ultrasonografik özellikleri Tablo 2’de özetlenmiştir.

5.1. Parotis Bezi

Normal parotis bezi, çevre kas dokusuna kıyasla hafif hiperekoik ve homojen bir parankim yapısına sahiptir. Bez sınırları düzgün ve belirgindir. Stensen kanalı genellikle normal koşullarda izlenmez; ancak ince bir hiperekoik çizgi şeklinde fark edilebilir. USG ile inceleme sırasında görüntülenebilen anatomik katmanlar yüzeyden derine doğru sırasıyla deri, subkutan yağ dokusu ve parotis bezinden oluşur. Bu tabakaların düzenli biçimde ayırt edilebilmesi, tükürük bezlerinin yapısal değerlendirmesinde görüntü kalitesinin ve tanısal doğruluğun artmasına katkı sağlar.

Parotis parankimi içinde yer alan lenf nodları, oval şekilli, hipoekoik yapılar olarak görülebilir ve hilus bölgesinde ekojen bir hilum bulunur. Bunlar reaktif nitelikteyse düzenli sınırlıdır ve 1 cm'den küçük boyutlardadır.

Parotis dokusunun ekojenitesi yaşla birlikte artar; bu durum yağ infiltrasyonu ve fibrozis ile ilişkilidir. Pediatrik olgularda parotis, kas dokusuna göre hipoekoik görünebilir (Stoia et al., 2025).

5.2. Submandibular Bez

Submandibular bez, parotis dokusuna göre biraz daha hipoekoik ve daha homojen bir parankim gösterir. Düzgün konturlu, oval şekilli yapısı vardır. Wharton kanalı genellikle görülemez; ancak genişleme veya taş varlığında 1–2 mm çapında hipoekoik tüp şeklinde izlenebilir. Doppler incelemede bezin çevresinden geçen fasiyal arter ve ven tanımlanabilir. Normal vaskülarite düzenli, düşük dirençli akım paterni ile karakterizedir (Hoffman et al., 2024).

5.3. Sublingual Bez

Sublingual bez, ince yapısı nedeniyle USG'de genellikle homojen, düşük ekojeniteli küçük bir doku alanı olarak görülür. İntraoral yaklaşımda Rivinus kanallarının ağız tabanına açılımı izlenebilir. Klinik olarak ranula veya mukosel gibi lezyonlarda bu bezin anatomik ilişkisi önemlidir.

5.4. Minör Bezler

Minör tükürük bezleri normal koşullarda USG'de seçilemez; ancak patolojik genişleme (örneğin mukosel veya inflamatuvar infiltrasyon) durumunda lokalize hipoekoik odaklar şeklinde görüntülenebilir (Cortés et al., 2025).

6. TÜKÜRÜK BEZİ PATOLOJİLERİNDE ULTRASONOGRAFİ BULGULARI

USG, özellikle inflamatuvar ve obstrüktif tükürük bezi hastalıklarında yüksek tanısal doğruluk sunar. Sialolitiazis olgularında taşın boyutu ve yerleşimi ile buna eşlik eden duktal genişlemeyi belirlemede yüksek özgüllük gösterirken, Sjögren sendromunda bez parankimindeki tipik heterojenite ve yapısal değişiklikleri güvenilir biçimde saptayabilir (de Carvalho et al., 2022; Stoia et al., 2025).

6.1. İnflamatuvar Hastalıklar

6.1.1. Akut ve Kronik Sialadenit

Tükürük bezlerinin akut inflamasyonu genellikle bakteriyel (özellikle *Staphylococcus aureus*) veya viral (örneğin kabakulak) etkenlerle gelişir. Akut sialadenitte USG’de bezin belirgin şekilde büyüdüğü, parankimin hipoekoik ve heterojen bir görünüm kazandığı, kanlanmanın arttığı gözlenir. Duktal sistemde genişleme ve çevre dokuda ödem sıklıkla eşlik eder. Doppler incelemede vasküler rezistansın azaldığı ve kan akımının belirginleştiği izlenir.

Kronik sialadenitte ise bez genellikle atrofik ve heterojen bir görünüm sunar. Ekojenite artışı, fibrotik değişiklikleri ve parankim içindeki küçük hipoekoik odaklar rezidüel inflamatuvar alanları temsil eder. Klinik olarak rekürren şişlik ve ağrıyla seyreden olgular USG ile kolaylıkla takip edilebilir (C. Yu, Zheng, Yang, & Shen, 2008).

6.1.2. Otoimmün Sialadenit – Sjögren Sendromu

Sjögren sendromu (SS), tükürük ve lakrimal bezleri tutan kronik otoimmün bir hastalıktır. USG, bu hastalıkta hem tanı hem de hastalık aktivitesinin izlenmesinde noninvaziv bir yöntem olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (Akbulut, Kurt, Uslu Toygar, & Yıldırım, 2024; Romão et al., 2018).

USG bulguları tipik olarak şu özellikleri taşır (Hocevar, Ambrozic, Rozman, Kveder, & Tomsic, 2005):

1. Parankimde çok sayıda küçük hipoeoik alan (bal peteği görünümü)
2. Ekojen septalarla ayrılmış nodüler yapı
3. Bez hacminde artış veya ileri evrede atrofi
4. Düzensiz konturlar ve duktal dilatasyon

Son yıllarda tükürük bezlerinin USG değerlendirmesinde standardizasyonu sağlamak amacıyla çeşitli skorlama sistemleri geliştirilmiştir. Bunların en bilinenleri Hocevar ultrason skorlama sistemi ile OMERACT ultrason skorlama sistemidir. Hocevar skoru; parankimal homojenite, hipoeoik alanların sayısı, hiperekoik bantlar, bez sınırlarının düzeni ve bez boyutunu birlikte değerlendirirken, OMERACT sınıflaması bez tutulumunu derecelendiren daha yalın ve standardize bir yaklaşım sunar. Bu sistemler, primer Sjögren sendromunun tanısında, hastalık aktivitesinin izlenmesinde ve farklı merkezler arası karşılaştırmalarda önemli avantaj sağlamaktadır (Hocevar et al., 2005; Hocevar et al., 2022).

6.2. Obstrüktif Hastalıklar

6.2.1. Sialolithiasis

Tükürük bezi taşları, özellikle submandibular bez kanalında görülür; bu durum Wharton kanalının uzun, dar ve mukus açısından zengin sekresyonla ilişkili yapısından kaynaklanır. USG, sialolithiasis tanısında ilk tercih edilen yöntemdir.

Taşlar hiperekoik odaklar şeklinde görülür ve posterior akustik gölgelenme tipiktir. Küçük taşlar (<2 mm) gölgelenme oluşturmaz, ancak duktal genişleme ipucu verebilir. Taşın lokalizasyonuna bağlı olarak:

1. Parankim içi taşlarda: Bez içinde hipoekoik ödem alanı ve genişlemiş duktuslar
2. Kanal içi taşlarda: Duktal ekojen çizgi boyunca noktasal parlak odaklar

Akut obstrüksiyon durumunda bez büyür, hipoekoik hâle gelir ve duktal sistem dilate olur. Kronik obstrüksiyonda fibrozis gelişimiyle birlikte ekojenite artar ve hacim azalır. USG, taş boyutu ve konumunu belirleyerek sialendoskopi veya cerrahi yaklaşım planlamasında yol göstericidir (Jäger et al., 2000).

6.2.2. Duktal Dilatasyon ve Staz

Tükürük akışının kısmi tıkanıklığı veya viskoz sekresyonlar duktal sistemde genişlemeye neden olabilir. USG’de bez parankimi içinde hipoekoik lineer yapılar ve kanal çapında artış görülür. Bu durum özellikle kronik sialadenit veya postinflamatuvar değişikliklerle karışabilir (Koch, Sievert, Iro, Mantsopoulos, & Schapher, 2021).

6.3. Neoplastik Lezyonlar

6.3.1. Benign Tümörler

Tükürük bezi tümörlerinin yaklaşık %70–80’i parotis bezinde gelişir ve çoğu benigndir (pleomorfik adenom, Warthin tümörü gibi).

1. **Pleomorfik adenom** genellikle oval, düzgün sınırlı, homojen veya hafif lobüle hipoekoik bir kitle olarak görünür. Doppler incelemede hafif periferik vaskülarite izlenir.
2. **Warthin tümörü** veya kistik adenolenfoma ise daha yaşlı erkeklerde, genellikle bilateral ve parotis alt kutbunda yerleşim gösterir; heterojen ekojenite ve kistik komponent tipiktir (Mckenzie, Lockyer, Singh, & Nguyen, 2023).

6.3.2. Malign Tümörler

Malign lezyonların USG görünümü değişkendir; genellikle düzensiz sınırlı, heterojen eko yapılı, hipoekoik kitleler şeklindedir. Doppler incelemede artmış ve kaotik damar paternleri tipiktir (Mckenzie et al., 2023).

1. **Mukoepidermoid karsinom** sıklıkla heterojen, düşük ekojeniteli ve infiltratif sınırlıdır.
2. **Adenoid kistik karsinom**, perinöral yayılım eğilimi nedeniyle çevre dokulara uzanım gösterebilir.

Malignite açısından riskli bulgular; düzensiz kontur, invazyon, heterojen parankim, mikrokalsifikasyonlar ve yüksek intranodal akımdır.

Son yıllarda elastografi ve kontrastlı USG, yani **contrast-enhanced ultrasound (CEUS)**, kullanımıyla benign-malign ayırımında tanısal doğruluk artırılmıştır. Strain elastografi (SE) ve shear-wave elastography (SWE) çalışmaları, malign tümörlerde ortalama doku sertliğinin benign tümörlere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir (Q. Yu et al., 2023). Ayrıca radyomik analiz ve yapay zekâ destekli USG yaklaşımlarıyla lezyon sınıflandırmasının doğruluğunu artırmaya yönelik yeni çalışmalar yapılmaktadır (Xia et al., 2025).

6.4. Kistik ve Travmatik Lezyonlar

6.4.1. Ranula ve Mukosel

Ranula, sublingual bezin duktal tıkanıklığı sonucu gelişen mukus birikimidir. USG’de ince duvarlı, anekoik veya hipoekoik, düzgün sınırlı bir lezyon olarak izlenir. Plunging ranula olgularında lezyon mylohyoid kasını aşarak boyun yumuşak dokularına uzanır (Syawaluddin, Waseso, Yudhasoka, & Yantisetiasti, 2025).

Mukosel ise minör tükürük bezlerinin rüptürü sonucu oluşur; yüzeysel yerleşimli, yuvarlak, anekoik yapıda ve genellikle 1 cm'den küçük çaplıdır. USG'de anekoik sıvı birikimi ve çevresel ödem gözlenir (Hashemi, Zohdi, Zakeri, Abdollahzadeh-Baghaei, & Katebi, 2023).

6.4.2. Posttravmatik ve İatrojenik Lezyonlar

Travmatik yaralanmalar veya cerrahi girişimler sonrası tükürük bezi fistülleri ve hematomlar görülebilir. USG'de hematom, iç ekojenitesi zamanla değişen hipoeoik alan olarak izlenir. Akut dönemde vasküler akım yokluğu ile tanımlanır.

7. GELİŞMİŞ ULTRASONOGRAFİ TEKNİKLERİ

Son yıllarda USG teknolojisinde yaşanan gelişmeler, tükürük bezi hastalıklarının değerlendirilmesinde klasik B-mod incelemenin ötesine geçilmesini sağlamıştır. Modern USG sistemleri hemodinamik analiz, doku elastisitesinin ölçümü ve kontrastlı görüntüleme gibi çok boyutlu bilgiler sunmaktadır. Bu gelişmeler hem tanısal doğruluğu artırmakta hem de invaziv girişim gereksinimini azaltmaktadır (Kim et al., 2022; Martino et al., 2020)(54,55).

7.1. Doppler Ultrasonografi

7.1.1. Renkli ve Power Doppler

Doppler USG, tükürük bezlerinin vasküler yapısının ve kan akım paternlerinin değerlendirilmesini sağlar. Color Doppler, akım yönünü ve hızını iki boyutlu olarak gösterir. Power Doppler ise daha yavaş akımları saptamada daha duyarlıdır.

Normal tükürük bezlerinde düşük dirençli, düzenli bir akım paterni görülür. İnflamatuvar süreçlerde parankim vaskülaritesi artar ve rezistif indeks değerinde azalma olur. Buna

karşın fibrotik veya kronik atrofik bezlerde vaskülerite belirgin biçimde azalır.

Sjögren sendromu gibi otoimmün süreçlerde Doppler bulguları tanısal katkı sağlar. Çalışmalar, aktif Sjögren olgularında parankimal vasküleritenin arttığını ve bu değişimin klinik aktivite ile korele olduğunu göstermiştir. Power Doppler sinyal yoğunluğu, glandüler destrüksiyon düzeyi ile anlamlı ilişkilidir (Hočevar et al., 2022; Ustabaşoğlu et al., 2020).

7.1.2. Vasküler Karakterizasyon ve Neoplaziler

Benign ve malign tükürük bezi tümörlerinde farklı vaskülerite paternleri gözlenir:

- Pleomorfik adenom: Genellikle periferik ve düzenli damar dağılımı
- Warthin tümörü: Hipervasküler, kistik alanlar çevresinde yoğun akım
- Malign lezyonlar: Düzensiz, kaotik ve yüksek dirençli damar yapısı

Doppler verileri, tümör biyolojisini anlamada yardımcı olduğu kadar biyopsi öncesi vasküler yapılardan kaçınılmasına da rehberlik eder (Ustabaşoğlu et al., 2020).

7.2. Elastografi

Elastografi, dokuların sertlik (elastisite) özelliklerini değerlendiren noninvaziv bir USG tekniğidir ve lezyon karakterizasyonuna tamamlayıcı bilgi sağlar. Başlıca iki tür elastografi yöntemi bulunmaktadır: SE, dokuların dış kuvvet uygulandığında gösterdiği deformasyonu değerlendirerek relatif bir sertlik ölçümü sağlarken, SWE ses dalgalarının dokuda yayılma hızını ölçerek kantitatif sertlik değerlerini (kPa) belirler.

Bununla birlikte, tükürük bezi lezyonlarında SWE'nin benign ve malign tümörleri ayırmadaki tanısal gücünün sınırlı

olduğu; bildirilen sertlik değerlerinin geniş ölçüde örtüştüğü ve yöntemin tek başına ayırıcı tanı aracı olarak kullanılmaması gerektiği vurgulanmaktadır (Cheng et al., 2022; Ustabasıoğlu et al., 2020; J. Wang & Jiang, 2021).

Sjögren sendromunda ise glandüler fibrozis ve sertlik artışı elastografi ile objektif olarak değerlendirilebilir. Meta-analizlerde SWE'nin tanıda yüksek duyarlılık ve özgüllüğe ulaşabildiği bildirilmiştir. Bu bulgular, bez sertliğindeki artışın hastalığın ilerleme derecesiyle ilişkili olduğunu ve SWE'nin erken evre glandüler fibrozisin saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca radyoterapi sonrası gelişebilen glandüler fibrozis ve buna bağlı kserostomi riskinin erken dönemde belirlenmesinde de elastografinin potansiyel bir izlem aracı olabileceği bildirilmektedir (Freitas et al., 2025).

7.3. Kontrastlı Ultrasonografi

Kontrastlı USG, yani contrast-enhanced ultrasound (CEUS), damar içi mikrokabarcık ajanların (genellikle sülfür hekzaflorür içerikli) intravenöz enjeksiyonu ile dokuların perfüzyon özelliklerini değerlendiren ileri bir yöntemdir.

CEUS, klasik Doppler'e göre daha yüksek zamansal çözünürlük sağlayarak mikrosirkülasyonu doğrudan görüntüleyebilir. Bununla birlikte, bazı benign ve malign lezyonlarda karakteristik kontrastlanma paternleri gözlenebilse de, bu paternlerin değişken olduğu ve tek başına ayırıcı tanı için yeterli olmadığı belirtilmiştir (Krupa et al., 2022; Saito et al., 2021).

7.3.1. Tümörlerde Kontrastlı Ultrasonografi Uygulaması

Benign ve malign lezyonlar kontrast tutulum dinamikleri açısından farklı paternler gösterir; benign lezyonlar genellikle hızlı wash-in ve homojen wash-out ile karakterize olurken,

malign lezyonlar düzensiz ve heterojen kontrast tutulumu ile erken wash-out eğilimi göstermektedir.

Pleomorfik adenomlarda genellikle homojen, Warthin tümörlerinde ise erken ve yoğun kontrastlanma izlenir. Malign tümörlerde perfüzyon heterojenliği belirgin olup, nekrotik alanlar kontrastsız kalır (Krupa et al., 2022).

7.3.2. İnflamatuvar ve Otoimmün Hastalıklarda Kontrastlı Ultrasonografi

CEUS, aktif inflamatuvar süreçlerde mikrovasküler hiperperfüzyonu göstermede yüksek duyarlılık sunar. Sjögren sendromu gibi otoimmün hastalıklarda CEUS ile elde edilen kontrastlanma parametrelerinin histopatolojik bulgularla güçlü korelasyon gösterdiği bildirilmektedir. Bu nedenle CEUS, minimal invaziv bir yöntem olmakla birlikte, tedavi yanıtının izlenmesinde radyasyonsuz ve yüksek çözünürlüklü bir değerlendirme aracı olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (Krupa et al., 2022).

7.4. Üç Boyutlu Ultrasonografi

Üç boyutlu (3D) USG, glandüler yapının volumetrik ölçümünü ve uzaysal anatomisini ayrıntılı biçimde değerlendirmeye olanak sağlar. Elde edilen veriler, özellikle parotis ve submandibular bezlerde tümör hacminin doğru ölçülmesi ve cerrahi planlama açısından önemlidir. Ayrıca 3D görüntüler, takip muayenelerinde lezyon büyüme hızını kantitatif olarak analiz etmeye uygundur. Diş hekimliği alanında 3D ultrasonografik ölçümlerin implant planlamasında yumuşak doku kalınlığı veya oral taban lezyonlarının derinliğini belirlemede de potansiyel kullanım alanı bulunmaktadır (T. Y. Lee et al., 2023).

7.5. Gelişen Teknolojiler ve Yapay Zekâ

Yapay zekâ (YZ) ve derin öğrenme algoritmaları, tükürük bezi USG'sinde giderek daha fazla yer bulmaktadır. Radyomik

analizler, USG görüntülerinden nicel özellikler çıkararak benign ve malign lezyon ayrımında yüksek doğruluk oranları göstermektedir. Bu sistemler, özellikle düşük deneyim düzeyine sahip kullanıcıların tanısal başarısını artırmakta ve lezyon sınıflandırmasını standardize etmektedir. Gelecekte YZ tabanlı yazılımların, diş hekimliği pratiğinde tükürük bezi değerlendirmesini kolaylaştırması ve klinik karar destek sistemlerine entegre edilmesi beklenmektedir (Xia et al., 2025).

8. SONUÇ

Tükürük bezi USG'si, geçmişte yalnızca basit morfolojik değerlendirmeler için kullanılan bir yöntemken, günümüzde yapısal, vasküler ve biyomekanik özellikleri değerlendirebilen çok parametrelili bir tanı aracına dönüşmüştür. Bu dönüşüm, hem diş hekimliği pratiğinde tanısal doğruluğu artırmakta hem de araştırma alanlarını genişletmektedir (Dietrich et al., 2024; Todsén, Ewertsen, Jenssen, Evans, & Kuenzel, 2022).

USG sayesinde yüzeysel kitlelerin karakterizasyonu, tükürük taşlarının lokalizasyonu, Sjögren sendromu gibi sistemik hastalıkların erken tanısı, radyoterapiye bağlı bez hasarının izlenmesi ve postoperatif komplikasyonların değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Elastografi, contrast-enhanced ultrasound (CEUS) ve yapay zekâ tabanlı analizler gibi sürekli teknolojik gelişmelerin, tanısal doğruluğu daha da artırması ve ultrasonografinin dentomaksillofasiyal uygulamalardaki rolünü daha da genişletmesi beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahuja, A. T., & Evans, R. M. (2000). *Practical head and neck ultrasound*: Cambridge University Press.
- Akbulut, A., Kurt, H., Uslu Toygar, H., & Yıldırım, E. (2024). Does anxiety have an impact on temporomandibular disorders? A study in a Turkish sample by using specific questionnaires. *CRANIO®*, 42(5), 620-629.
- Alimova, S. M., Sharobaro, V. I., Avdeev, A. E., Sidorenkov, D. A., & Guseva, T. S. (2023). Cone-beam computed tomography for objective diagnosis of age-related soft tissue changes in lower face and neck. *Aesthetic Plastic Surgery*, 47(6), 2370-2377.
- Baldini, C., Fulvio, G., La Rocca, G., & Ferro, F. (2024). Update on the pathophysiology and treatment of primary Sjögren syndrome. *Nature Reviews Rheumatology*, 20(8), 473-491.
- Berkovitz, B. K., Holland, G. R., & Moxham, B. J. (2024). *Oral Anatomy, Histology and Embryology-E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Bialek, E. J., Jakubowski, W., Zajkowski, P., Szopinski, K. T., & Osmolski, A. (2006). US of the major salivary glands: anatomy and spatial relationships, pathologic conditions, and pitfalls. *Radiographics*, 26(3), 745-763.
- Carpenter, G. H. (2013). The secretion, components, and properties of saliva. *Annual review of food science and technology*, 4(1), 267-276.
- Cheng, P.-C., Lo, W.-C., Chang, C.-M., Wen, M.-H., Cheng, P.-W., & Liao, L.-J. (2022). Comparisons among the ultrasonography prediction model, real-time and shear wave elastography in the evaluation of major salivary gland tumors. *Diagnostics*, 12(10), 2488.

- Cortés, J. S., Carvajal, W., Correa, A., Veloza, K., Díaz, E., & Cajas, L. J. (2025). Agreement between glandular ultrasonography and histopathology of minor salivary glands in adults with sicca syndrome. *Clinical Rheumatology*, 1-10.
- Dawes, C., Pedersen, A. L., Villa, A., Ekström, J., Proctor, G. B., Vissink, A., . . . Narayana, N. (2015). The functions of human saliva: A review sponsored by the World Workshop on Oral Medicine VI. *Archives of oral biology*, 60(6), 863-874.
- de Carvalho, H. L. C. C., Fraga, I. M. L., Lopes, I. A., & Lopes, I. A. (2022). Acurácia da ultrassonografia no diagnóstico de tumores de glândulas salivares: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, 11(10), e514111033087-e514111033087.
- Dietrich, C. F., Correias, J.-M., Cui, X.-W., Dong, Y., Havre, R. F., Jenssen, C., . . . Lassau, N. (2024). EFSUMB Technical Review–Update 2023: dynamic contrast-enhanced ultrasound (DCE-CEUS) for the quantification of tumor perfusion. *Ultraschall in der Medizin-European journal of ultrasound*, 45(01), 36-46.
- Elbarbary, M., Sgro, A., Khazaei, S., Goldberg, M., Tenenbaum, H. C., & Azarpazhooh, A. (2022). The applications of ultrasound, and ultrasonography in dentistry: a scoping review of the literature. *Clinical oral investigations*, 26(3), 2299-2316.
- Freitas, B. L. S., Jerônimo, L. S., Pires, A. C. C., Tanure, L. A., Calderaro, D. C., de Arruda, J. A. A., . . . de Sousa, S. F. (2025). Shear wave elastography of the salivary glands in the diagnosis of Sjögren disease: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiology*, twaf071.

- Ghannam, M. G., & Singh, P. (2023). Anatomy, head and neck, salivary glands. In *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing.
- Grewal, J. S., Bordoni, B., Shah, J., & Ryan, J. (2023). Anatomy, head and neck, sublingual gland. In *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing.
- Gritzmann, N., Rettenbacher, T., Hollerweger, A., Macheiner, P., & Hübner, E. (2003). Sonography of the salivary glands. *European radiology*, 13(5), 964-975.
- Hashemi, M., Zohdi, M., Zakeri, E., Abdollahzadeh-Baghaei, T., & Katebi, K. (2023). Comparison of the recurrence rate of different surgical techniques for oral mucocele: A systematic review and Meta-Analysis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 28(6), e614.
- Hocevar, A., Ambrozic, A., Rozman, B., Kveder, T., & Tomsic, M. (2005). Ultrasonographic changes of major salivary glands in primary Sjogren's syndrome. Diagnostic value of a novel scoring system. *Rheumatology*, 44(6), 768-772.
- Hočevar, A., Bruyn, G. A., Terslev, L., De Agustin, J. J., MacCarter, D., Chrysidis, S., . . . Filippou, G. (2022). Development of a new ultrasound scoring system to evaluate glandular inflammation in Sjögren's syndrome: an OMERACT reliability exercise. *Rheumatology*, 61(8), 3341-3350.
- Hoffman, H. T., Koch, M., Witt, R. L., Ryan, W. R., Zenk, J., Katz, P., . . . McCulloch, T. M. (2024). Proposal for standardized ultrasound analysis of the salivary glands: Part 1 submandibular gland. *Laryngoscope investigative otolaryngology*, 9(1), e1224.

- Howlett, D. (2003). High resolution ultrasound assessment of the parotid gland. *The British Journal of Radiology*, 76(904), 271-277.
- Jäger, L., Menauer, F., Holzknecht, N., Scholz, V., Grevers, G., & Reiser, M. (2000). Sialolithiasis: MR sialography of the submandibular duct—an alternative to conventional sialography and US? *Radiology*, 216(3), 665-671.
- Kar, M., Sharma, A., Sanguida, A., & Ramassamy, E. (2025). Radiation-free Imaging in Paediatric Dentistry: A Review. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 19(11).
- Kessler, A. T., & Bhatt, A. A. (2018). Review of the major and minor salivary glands, part 1: anatomy, infectious, and inflammatory processes. *Journal of clinical imaging science*, 8, 47.
- Kim, D. H., Kang, J. M., Kim, S. W., Kim, S. H., Jung, J. H., & Hwang, S. H. (2022). Utility of Ultrasonography for Diagnosis of Salivary Gland Sialolithiasis: A Meta-Analysis. *The Laryngoscope*, 132(9), 1785-1791.
- Koch, M., Sievert, M., Iro, H., Mantsopoulos, K., & Schapher, M. (2021). Ultrasound in inflammatory and obstructive salivary gland diseases: own experiences and a review of the literature. *Journal of clinical medicine*, 10(16), 3547.
- Krupa, K., Wieczorek, P., Scrinscaia, O., Puzio, A., Kozłowski, Z., Pietruszewska, W., & Stefańczyk, L. (2022). Correlations between contrast-enhanced ultrasound imaging and histopathological results in salivary gland lesions. *Diagnostics*, 12(11), 2636.
- Lee, T. Y., Yang, D., Lai, K. K. L., Castelein, R. M., Schlosser, T. P., Chu, W., . . . Zheng, Y. P. (2023). Three-dimensional ultrasonography could be a potential non-

- ionizing tool to evaluate vertebral rotation of subjects with adolescent idiopathic scoliosis. *JOR spine*, 6(3), e1259.
- Lee, Y., Wong, K., King, A., & Ahuja, A. (2008). Imaging of salivary gland tumours. *European journal of radiology*, 66(3), 419-436.
- Li, J., Yuan, H., & Gao, Y. (2024). Influencing Factors, Reference Range and Repeatability of Salivary Gland Ultrasound Viscoelastic Imaging in Healthy Adults. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 50(10), 1544-1550.
- Lorenzon, M., Spina, E., Tulipano Di Franco, F., Giovannini, I., De Vita, S., & Zabotti, A. (2022). Salivary gland ultrasound in primary Sjögren's syndrome: current and future perspectives. *Open Access Rheumatology: Research and Reviews*, 147-160.
- Martino, M., Fodor, D., Fresilli, D., Guiban, O., Rubini, A., Cassoni, A., . . . Celletti, I. (2020). Narrative review of multiparametric ultrasound in parotid gland evaluation. *Gland Surgery*, 9(6), 2295.
- Mckenzie, J., Lockyer, J., Singh, T., & Nguyen, E. (2023). Salivary gland tumours: an epidemiological review of non-neoplastic and neoplastic pathology. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 61(1), 12-18.
- Orhan, K. (2021). Ultrasonography in dentomaxillofacial diagnostics.
- Pedersen, A., Sørensen, C., Proctor, G., Carpenter, G., & Ekström, J. (2018). Salivary secretion in health and disease. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(9), 730-746.
- Quien, M. M., & Saric, M. (2018). Ultrasound imaging artifacts: How to recognize them and how to avoid them. *Echocardiography*, 35(9), 1388-1401.

- Romão, V. C., Talarico, R., Scirè, C. A., Vieira, A., Alexander, T., Baldini, C., . . . Mouthon, L. (2018). Sjögren's syndrome: state of the art on clinical practice guidelines. *RMD open*, 4(Suppl 1), e000789.
- Sabotin, R. P., Maley, J. E., & Hoffman, H. T. (2022). Conventional and MR-sialography of accessory submandibular glands: a case report. *Radiology Case Reports*, 17(12), 4766-4768.
- Saito, D., Shiga, K., Katagiri, K., Oikawa, S. i., Ikeda, A., Tsuchida, K., . . . Takahashi, F. (2021). Contrast-enhanced ultrasonography for the differential diagnosis of pleomorphic adenomas and Warthin tumors in salivary glands. *Laryngoscope investigative otolaryngology*, 6(3), 425-431.
- Senthilkumar, B., & Mahabob, M. N. (2012). Mucocele: An unusual presentation of the minor salivary gland lesion. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4(Suppl 2), S180-S182.
- Sidhu, P. S., Cantisani, V., Dietrich, C. F., Gilja, O. H., Saftoiu, A., Bartels, E., . . . Cosgrove, D. (2018). The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version). *Ultraschall in der Medizin-European journal of ultrasound*, 39(02), e2-e44.
- Sreebny, L. M. (2000). Saliva in health and disease: an appraisal and update. *International dental journal*, 50(3), 140-161.
- Standring, S. (2021). *Gray's Anatomy E-Book: Gray's Anatomy E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Stoia, S., Ciurea, A., Băciuț, M., Bran, S., Armencea, G., Boțan, E., . . . Leucuța, D. (2025). Comparative diagnostic

- accuracy of ultrasound, MRI, and fine-needle aspiration biopsy in the preoperative evaluation of parotid gland tumors. *Journal of clinical medicine*, 14(4), 1342.
- Syawaluddin, H., Waseso, E. H., Yudhasoka, K. L., & Yantisetiasti, A. (2025). Bilateral plunging ranula: A case report. *Radiology Case Reports*, 20(1), 460-466.
- Tamborrini, G. (2025). *Sonoanatomy-High-Resolution Atlas-Ultrasound of the Musculoskeletal System: Musculoskeletal Ultrasound, Nerve Ultrasound, Spine Ultrasound, Ultrasound Guided Interventions, Arthroscopy Atlas: BoD-Books on Demand*.
- Tanaka, R., Lau, K., Yeung, A. W., Leung, W. K., Hayashi, T., Bornstein, M. M., . . . Pelekos, G. (2023). Diagnostic application of intraoral ultrasonography to assess furcation involvement in mandibular first molars. *Dentomaxillofacial Radiology*, 52(6), 20230027.
- Todsen, T., Ewertsen, C., Jenssen, C., Evans, R., & Kuenzel, J. (2022). Head and neck ultrasound-EFSUMB training recommendations for the practice of medical ultrasound in Europe. *Ultrasound International Open*, 8(01), E29-E34.
- Turner, R. J., & Sugiya, H. (2002). Understanding salivary fluid and protein secretion. *Oral diseases*, 8(1), 3-11.
- Ustabaşıoğlu, F. E., Korkmaz, S., İlgen, U., Solak, S., Kula, O., Turan, S., & Emmüngil, H. (2020). Quantitative assessment of salivary gland parenchymal vascularization using power Doppler ultrasound and superb microvascular imaging: a potential tool in the diagnosis of Sjögren's syndrome. *Balkan medical journal*, 37(4), 203.

- Van Sickels, J. E. (2009). Management of parotid gland and duct injuries. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 21(2), 243-246.
- Verstappen, G. M., Pringle, S., Bootsma, H., & Kroese, F. G. (2021). Epithelial-immune cell interplay in primary Sjögren syndrome salivary gland pathogenesis. *Nature Reviews Rheumatology*, 17(6), 333-348.
- Vogl, T. J., Albrecht, M. H., Nour-Eldin, N.-E.-d. A., Ackermann, H., Maataoui, A., Stöver, T., . . . Stark-Paulsen, T. (2018). Assessment of salivary gland tumors using MRI and CT: impact of experience on diagnostic accuracy. *La radiologia medica*, 123(2), 105-116.
- Wang, J., & Jiang, L. (2021). Application value of shear wave elastography in salivary gland tumors. *Oral Radiology*, 37(4), 653-657.
- Wang, Z. H., Yan, C., Zhang, Z. Y., Zhang, C. P., Hu, H. S., Kirwan, J., & Mendenhall, W. M. (2009). Radiation-induced volume changes in parotid and submandibular glands in patients with head and neck cancer receiving postoperative radiotherapy: a longitudinal study. *The Laryngoscope*, 119(10), 1966-1974.
- Wortsman, X., Moll-Manzur, C., Ramírez-Cornejo, C., Alfaro-Sepúlveda, D., Mellado-Francisco, G., Rezende, J., & Vera-Kellet, C. (2021). Ultrasonographic subclinical signs of inflammation of the lacrimal, parotid, and submandibular glands in users of cosmetic fillers. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 40(11), 2377-2389.
- Xia, Z., Huang, X.-C., Xu, X.-Y., Miao, Q., Wang, M., Wu, M.-J., . . . Wei, Q. (2025). Ultrasound-Based Deep Learning Radiomics Models for Predicting Primary and Secondary

Salivary Gland Malignancies: A Multicenter Retrospective Study. *Bioengineering*, 12(4), 391.

- Yen, C.-L., Chang, H.-Y., Huang, S.-Y., Huang, Y.-C., & Jeng, C.-M. (2009). Combination of tissue harmonic sonography, real-time spatial compound sonography and adaptive image processing technique for the detection of carotid plaques and intima-medial thickness. *European journal of radiology*, 71(1), 11-16.
- Yu, C., Zheng, L., Yang, C., & Shen, N. (2008). Causes of chronic obstructive parotitis and management by sialoendoscopy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105(3), 365-370.
- Yu, Q., Ding, A., Chen, Q., Zuo, J., Cao, J., & Xiong, P. (2023). Diagnostic value of shear wave elastography quantification combined with conventional ultrasound in salivary gland tumors. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 13(9), 5863.

ENDOKRİN HASTALIKLARIN ORAL VE MAKSİLLOFASİYAL YAPILAR ÜZERİNE ETKİLERİ

Seda AKI BAŞER ¹

1. GİRİŞ

Endokrin sistem, gelişmiş memeli organizmalarda fizyolojik süreçlerin büyük bir bölümünü kontrol eden son derece karmaşık ve temel düzenleyici sistemlerden biridir. Bu sistem; çeşitli organlar, dokular, hormonlar ve hedef hücrelerde bulunan reseptörlerin koordineli etkileşimi ile görev yapar. Üreme, büyüme ve gelişme, metabolik süreçlerin düzenlenmesi ve stres yanıtının kontrolü gibi yaşamsal işlevlerin yönetilmesinde kritik rol üstlenmesi, endokrin sistemi yaşam fizyolojisinin en önemli düzenleyici mekanizmalarından biri haline getirmektedir (Cai, Mcneilly, Luttrell, & Martin, 2012). Bu sistemde meydana gelen bozukluklar yalnızca sistemik etkilerle sınırlı kalmayıp, ağız boşluğu ve maksillofasial yapılar üzerinde de belirgin değişikliklere yol açar.

Dişler, periodontal ligament, alveolar kemik ve oral mukozal dokular; hormonal değişimlere yüksek duyarlılık gösteren yapılardır. Bu nedenle endokrin hastalıklar, dental gelişimden periodontal sağlığa, kemik metabolizmasından tükürük fonksiyonlarına kadar geniş bir yelpazede etkiler oluşturur (WN, 2019).

¹ Araştırma Görevlisi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0009-0003-8197-8560.

2. HİPERPARATİROİDİZM

2.1. Hastalık mekanizması: Paratiroid hormonunun (PTH) normalden fazla salgılanması, hiperparatiroidizm olarak adlandırılan klinik tabloya yol açar. Fizyolojik koşullarda PTH, paratiroid bezleri tarafından serum kalsiyum düzeylerindeki azalmaya yanıt olarak salgılanır ve kalsiyum dengesinin korunmasında önemli rol oynar (Neville, Damm, Allen, & Chi, 2015).

Primer hiperparatiroidizm, çoğunlukla paratiroid bezinde gelişen adenomlara (%80–90) ya da daha az sıklıkla bez hiperplazisine (%10–15) bağlı olarak ortaya çıkan otonom PTH üretimi ile karakterizedir. Nadiren, olguların yaklaşık %1’inde paratiroid karsinomu bu duruma neden olabilir (Neville et al., 2015). Primer hiperparatiroidizmin toplumdaki görülme sıklığı yaklaşık %0,1 olarak bildirilmektedir (WN, 2019).

Sekonder hiperparatiroidizm ise, genellikle uzun süreli hipokalsemiye yanıt olarak gelişen en sık kronik böbrek hastalığı ile ilişkili durumdur. Böbrekler, D vitamininin aktif formuna dönüşümünde kritik rol oynadığından, böbrek fonksiyonlarının bozulması aktif D vitamini üretimini azaltır. Bunun sonucunda bağırsaklardan kalsiyum emilimi azalır ve serum kalsiyum düzeyleri düşer. Bu hipokalsemik durum, paratiroid bezlerinin sürekli PTH salgılamasına neden olur (Carlos Fabue, Jiménez Soriano, & Sarrión Pérez, 2010; Neville et al., 2015).

2.2. Klinik Özellikler: Primer hiperparatiroidizmden kadınlar erkeklere göre 3 kat daha fazla etkilenir. Hastalığın görülme sıklığı yaş ilerledikçe artar. Özellikle 50 yaşından sonra artış çok daha belirgin hale gelir (Yeh et al., 2013). Hastalığın belirtileri oldukça farklı şekillerde ortaya çıkabilir. Bununla birlikte, birçok hastada böbrek taşı, peptik ülser, bilişsel/algısal değişiklikler ve kemik ya da eklem ağrıları görülebilir. Bu bulguların temelinde genellikle kanda kalsiyum düzeyinin

yükselmesi (hiperkalsemi) yer alır (ŞANAL, SÜSLÜ, BİÇER, SERİN, & KANAT, 2009).

2.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme

Bulguları: Çenelerde sıklıkla yaygın kemik kaybına bağlı olarak demineralizasyon izlenir; özellikle mandibulanın alt kenarında, mandibular kanalın kortikal sınırlarında ve maksiller sinüs duvarlarında belirgin incelme dikkati çeker. Artmış kemik dönüşüm hızı ise normal trabeküler yapının bozulmasına yol açar; bunun yerine düzensiz ve küçük kemik oluşumlarının hâkim olduğu bir yapı gelişir. Bu değişim radyolojik olarak “buzlu cam” görünümü ile kendini gösterir. Hastalığın süresi ve şiddetine bağlı olarak, lamina dura kaybı yalnızca tek bir diş çevresinde sınırlı kalabileceği gibi tüm dişleri de etkileyebilir. Dişlerde zaman içinde artan mobilitate, konum değişikliği ve ileri evrelerde diş kaybı gelişebilir (S. C. White & Pharoah, 2013). Diş köklerinde internal ve eksternal rezorpsiyonlar görülebilir (Nagaraj, Kaur, Raghuram, & Kumar, 2013).

Hiperparatiroidizm ile ilişkili Brown tümörler, iskelet sisteminin farklı bölgelerinde gelişebilmekle birlikte, özellikle hastalığın uzun sürdüğü olgularda maksillofasiyal kemiklerde ve çenelerde daha sık izlenir. Radyolojik olarak sınırları değişkenlik gösterir ve kortikal kemikte ekspansiyona yol açabilir (S. C. White & Pharoah, 2013). Santral dev hücreli granülom ile Brown tümörler histopatolojik açıdan benzer özellikler gösterir. Ancak lezyonun gelişiminde hiperparatiroidizm gibi sistemik bir etken söz konusuysa, bu oluşum Brown tümör olarak adlandırılır. Bu nedenle santral dev hücreli granüloma tanısı alan hastalarda hiperparatiroidizm olasılığı mutlaka değerlendirilmeli ve gerekli durumlarda hematoloji ile konsültasyon yapılmalıdır (Yıldırım & Bilgir, 2017).

3. HİPOPARATİROİDİZM

3.1. Hastalık mekanizması: Hipoparatiroidizm, düşük serum kalsiyum seviyeleri, yüksek serum fosfor seviyeleri ve dolaşımda PTH yokluğu veya uygunsuz derecede düşük seviyeleri ile karakterize nadir bir endokrin yetmezliği hastalığıdır (Bilezikian et al., 2011). Hipoparatiroidizmin en yaygın nedeni, tiroid ameliyatları sırasında paratiroid bezlerinin zarar görmesi ya da çıkarılması sonucu ortaya çıkmaktadır (KOCATÜRK & BERİAT, 2009). Bunun dışında radyoaktif iyot tedavisi sonrasında, bazı sindirim sistemi hastalıklarında veya uzun süreli alkol kullanımına bağlı olarak da gelişebilir. Daha nadir durumlarda ise paratiroid bezleri doğuştan hiç oluşmayabilir (Yıldırım & Bilgir, 2017).

3.2. Klinik Özellikler: PTH' un kalsiyum ve fosfat dengesini düzenlemedeki önemli rolü nedeniyle, bu hormonun yetersizliği kanda kalsiyum düzeyinin düşmesine ve fosfat düzeyinin yükselmesine yol açar. Bu dengesizlik sonucunda dokularda kalsiyum birikimi artabilir; özellikle yumuşak dokular ve tendonlarda kalsifikasyonlar görülebilir. Beyin içinde oluşan kalsifikasyonlar parkinson benzeri bulgulara neden olabilirken, göz merceğinde kalsiyum birikimi katarakt gelişimine zemin hazırlayabilir. Ayrıca düşük kalsiyum düzeyleri, hem merkezi hem de periferik sinir sisteminde aşırı uyarılabilirliğe yol açarak uyuşma, karıncalanma, kas spazmları (tetani) ve nöbetler gibi belirtilerin ortaya çıkmasına neden olabilir (Clarke, 2014).

3.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Hipoparatiroidizmde dental bulgular oldukça belirgindir ve kalsiyum–fosfat dengesindeki bozulmaya bağlı olarak gelişir. En sık görülen değişiklikler arasında mine hipoplazisi, diş sürmesinde gecikme ve diş köklerinde dilaserasyon yer alır (Srirangarajan, Satyanarayan, Ravindra, & Thakur, 2014; S. White & Pharoah, 2009). Ayrıca eksternal kök

rezorpsiyonları, genişlemiş pulpa odaları ve pulpa taşları da görülebilir (Nyamati, Venkatraman, Nagaraju, Annapoorna, & Prakash, 2011). Kalsiyum metabolizmasındaki bozukluklar yalnızca dişleri değil, çene kemiklerini de etkileyerek hiperosteozis gelişimine yol açabilir (Iwai et al., 2012).

4. HİPERTİROİDİZM

4.1. Hastalık mekanizması: Hipertiroidizm, tiroid bezinin aşırı hormon üretmesi ya da bez dokusunun hasarı sonucu hormonların kana fazla miktarda salınmasıyla ortaya çıkan bir hastalıktır (Hanley, Lord, & Bauer, 2016).

4.2. Klinik Özellikler: Hipertiroidizm, kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık görülen bir hastalıktır (WN, 2019). Hastalarda her zaman hipertiroidiye özgü klasik bulgular görülmeyebilir. Bazı bireyler sinirlilik, anksiyete, çarpıntı ya da halsizlik gibi daha genel ve özgül olmayan şikâyetlerle başvururken, bazıları ise hiçbir belirti göstermeyebilir (Çakmak, Ataoğlu, & Sezer, 2018). Klinik açıdan değerlendirildiğinde ise çarpıntı, güçsüzlük, iştah artışına rağmen kilo kaybı, huzursuzluk, nefes darlığı, sıcağa karşı hassasiyet, aşırı terleme, ekzoftalmi ve ishal gibi bulgular ön plana çıkabilir (Chandna & Bathla, 2011).

4.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Hipertiroidizmlili hastalarda kemik mineral yoğunluğundaki azalmaya bağlı olarak periodontal dokularda kayıplar gelişebilir (Shcherba et al., 2022). Çürük oluşumuna yatkınlık artabilir. Radyografik incelemelerde osteoporoz nedeniyle kortikal kemik yapısında inceltme dikkat çekebilir. Ayrıca diş gelişim ve sürme sürecinin hızlanması, dişlerin erken sürmesi, süt dişi köklerinde erken rezorpsiyon ve bazı olgularda dişlerde hipersementoz gibi bulgular da rapor edilmiştir (Harorlı, Akgül, & Yılmaz, 2001) .

5. HİPOTİROİDİZM

5.1. Hastalık mekanizması: Hipotiroidizm, tiroid hormonlarının yetersiz üretimi veya hedef dokularda etkisinin azalması ile ortaya çıkan bir endokrin bozukluktur. Tiroid bezine bağlı hormon eksikliği durumları primer hipotiroidi olarak adlandırılırken, TSH ya da TRH salgısındaki bozukluklara bağlı olarak gelişen ve tiroid hormon düzeylerinin düşüklüğü ile seyreden tablolar santral hipotiroidi olarak tanımlanır. Klinik uygulamada hipotiroidi olgularının çoğunluğunu primer form oluşturmaktadır (Chiovato, Magri, & Carlé, 2019).

5.2. Klinik Özellikler: Hipotiroidizm, çocukluk döneminde büyüme, gelişme, metabolik süreçler ve bilişsel fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkilere yol açabilen önemli bir endokrin bozukluktur (Bhattacharyya & Singh, 2023). Yetişkinlerde ise hipotiroidizmin yaygın semptomları arasında yorgunluk, uyuşukluk, soğuğa tahammülsüzlük, kilo alımı, kabızlık ve kuru cilt bulunur (Jansen, Boelen, Heijboer, Bruinstroop, & Fliers, 2023).

5.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Hipotiroidizm, metabolik hızın ve osteoblastik aktivitenin azalmasına neden olarak çene-yüz gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu durum mine hipoplazisi, diş sürmesinde gecikme, mikrognati ve mandibula ile temporomandibular kondillerin yetersiz gelişimine bağlı olarak açık kapanış gibi çeşitli dental anomalilerin ortaya çıkmasına yol açabilir (Papadopoulou, Sifakakis, & Tournis, 2024). Ayrıca tükürük akışında azalma, yara iyileşmesinde gecikme ve oral mikrobiyota kompozisyonunda değişiklikler gibi çeşitli etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir. Bu değişiklikler, ağız içi dengenin bozulmasına yol açarak periodontal hastalıkların gelişimini ve ilerleme riskini arttırdığı gösterilmiştir (Song et al., 2021; Zahid, Wang, & Cohen, 2011).

6. HİPERPİTÜİTARİZM

6.1. Hastalık mekanizması: Hiperpituitarizm, hipofiz bezinin salgıladığı hormonlardan olan büyüme hormonunun normalden fazla üretilmesiyle ortaya çıkan bir durumdur. Bu tablonun gelişmesine yol açabilecek farklı etkenler bulunsa da, en sık karşılaşılan neden hipofiz adenomlarıdır (Gounden, Basit, Anastasopoulou, & Jialal, 2024).

6.2. Klinik Özellikler: Akromegali genellikle, büyüme plakları kapandıktan sonra ortaya çıkan ve büyüme hormonunu aşırı salgılayan bir hipofiz tümöründen kaynaklanır. Bu durum; yüz hatlarında belirgin kabalaşma, el ve ayaklarda büyüme, alın bölgesinde çıkıntı artışı, aşırı terleme ve glukoz metabolizmasında bozulma gibi bulgularla kendini gösterir (Sadiq & Tadi, 2023).

Gigantizm, büyüme plakları henüz kapanmadan önce büyüme hormonunun aşırı salgılanması sonucu gelişir. Bu durum, özellikle uzun kemiklerin normalden fazla uzamasına yol açar ve belirgin şekilde artmış boy uzunluğu ile kendini gösterir (Sadiq & Tadi, 2023).

6.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Hiperpituitarizm durumunda çene kemiklerinde, özellikle alt çenede belirgin bir büyüme meydana gelir. Diş arkların uzaması, dişler arasında diastemaların oluşmasına yol açar. Akromegali vakalarında, mandibula ramus ve korpus bölümleri arasındaki açı genişleyebilir. Buna ek olarak makroglossi, dişlerin öne doğru eğilmesine ve açık kapanış gelişmesine neden olabilir. Ön kesici dişlerdeki bu öne yönelim, akromegaliye bağlı çene çıkıntısını kalıtsal olanlardan ayırt etmede yardımcı bir bulgudur. Bu hastalıkta büyüme özellikle kondil ve ramus bölgesinde yoğunlaşır ve çoğu zaman alt çenenin öne konumlandığı sınıf III iskeletsel ilişki ortaya çıkar. Ayrıca dişleri çevreleyen alveol kemiğinde hem kalınlık hem de

yükseklik artışı görülebilir (Kaur, Shailaja, Chandra, & Mamatha, 2012; WN, 2019). İntraoral radyografi incelemelerinde, diş köklerinin çevresinde sement tabakasının artmasına bağlı olarak hipersementozis saptanabilir (Atreja, Atreja, Jain, & Sukhija, 2012). Akromegali hastalarında frontal sinüsler de genişleme gösterebilir (S. C. White & Pharoah, 2013).

7. HİPOPİTÜİTARİZM

7.1. Hastalık mekanizması: Hipopitüitarizm, hipofiz bezinin salgıladığı hormonların yetersiz düzeyde üretilmesiyle ortaya çıkan bir durumdur. Bu tablo içinde en sık karşılaşılan eksiklik ise büyüme hormonu yetersizliğidir (WN, 2019).

7.2. Klinik Özellikler: Çocukluk çağında ön hipofiz bezinin yeterli düzeyde hormon üretememesi sonucu dvarfizm (cücelik) gelişir. Bu durumda vücut oranları genellikle korunur; ancak genel büyüme hızı yavaşladığı için bireyin boy uzunluğu beklenenin altında kalır (Grimberg et al., 2017).

7.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Hipofiz kaynaklı cücelikte diş yapıları, morfolojik özelliklerden gelişim sürecine kadar birçok açıdan etkilenebilir. Klinik olarak; diş eksikliği (hipodonti), sürme gecikmeleri, dişlerin şekil ve boyutlarında farklılıklar ile birlikte gömülü dişler gibi çeşitli anormallikler gözlenebilir. Alın bölgesinin yeterince gelişmemesi, üst ve alt çenenin normalden daha küçük kalmasına neden olabilir. Bu durum, diş sürme sürecinde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin etkilenmesine ve buna bağlı olarak dişlerde şekil bozukluklarının ortaya çıkmasına yol açabilir (Ferrante, Blasi, Crippa, & Angiero, 2017).

8. DİYABETES MELLİTUS

8.1. Hastalık mekanizması: Diyabetes mellitus, iki ana tipi bulunan metabolik hastalıktır. Tip 1 diyabet, özellikle çocukluk ve genç erişkinlik döneminde ortaya çıkan, pankreastaki beta hücrelerinin otoimmün mekanizmalarla hasar görmesi sonucu gelişen bir hastalıktır. Bu süreç insülin üretiminin önemli ölçüde azalmasına neden olur (Haller, Atkinson, & Schatz, 2005). Tip 2 diyabet ise genellikle orta yaş ve sonrasında ortaya çıkan, çoğu zaman fazla kilo veya obezite ile ilişkili bir metabolik hastalıktır. Bu durumda hem insülin direnci hem de insülin salgısında bozulma birlikte görülür. İnsülin direnci nedeniyle dokular glukozu yeterince kullanamaz ve hücre sel yanıt azalır. Zamanla pankreas beta hücreleri artan ihtiyacı karşılayamaz hale gelir, bu da kan şekeri düzeylerinin yükselmesine ve tip 2 diyabetin gelişmesine yol açar (Garcia-Garcia et al., 2020).

8.2. Klinik Özellikler: Tedavi edilmemiş diyabet hastalarında aşırı susama (polidipsi) ve sık idrara çıkma (poliüri) gibi tipik belirtiler görülebilir. Daha ağır olgularda idrar ve nefeste aseton kokusu saptanabilir. Ayrıca bu metabolik düzensizlik kontrol altına alınmadığında, bağışıklık sistemi zayıflayarak enfeksiyonlara karşı direncin azalmasına neden olur (WN, 2019).

8.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Diyabet, ağız boşluğunda çeşitli belirti ve komplikasyonlara yol açabilen sistemik bir hastalıktır. Bu hastalarda ağız kuruluğu (kserostomi), kök çürüklerini de içeren diş çürükleri, periapikal enfeksiyonlar, gingivitis ve periodontal hastalıklar sık görülür. Ayrıca oral kandidiyazis, dilde yanma hissi, tat duyusunda değişiklikler, coğrafik dil, dilde kaplanma ve fissürler de ortaya çıkabilir. Oral liken planus, tekrarlayan aftöz ülserler, enfeksiyonlara yatkınlık artışı ve yara iyileşmesinde

gecikme de diyabetle ilişkili diğer önemli bulgulardır (Al-Maskari, Al-Maskari, & Al-Sudairy, 2011; A. Cicmil et al., 2017; S. Cicmil, Mladenović, Krunić, Ivanović, & Stojanović, 2018; Indurkar, Maurya, & Indurkar, 2016; Khan, 2018; Mauri-Obradors, Estrugo-Devesa, Jané-Salas, Viñas, & López-López, 2017; Ship, 2003; Trentin et al., 2017). Bu komplikasyonların şiddeti genellikle kan şekeri yüksekliğinin düzeyi ve süresi ile doğru orantılıdır (Mauri-Obradors et al., 2017).

9. CUSHİNG SENDROMU

9.1. Hastalık mekanizması: Hiperkortizolizm, glukokortikoid hormonlarının uzun süre yüksek düzeyde bulunmasıyla ortaya çıkan bir klinik tablodur. Bu durum çoğunlukla, farklı hastalıkların tedavisinde kullanılan kortikosteroid ilaçların uzun süreli kullanımına bağlı olarak gelişir. Eğer hormon artışı endojen ise, örneğin böbreküstü bezinden ya da hipofiz kaynaklı bir tümörden kaynaklanıyorsa, bu tablo Cushing hastalığı olarak adlandırılır. Bu hastalık genellikle genç erişkin kadınlarda daha sık görülür (Neville et al., 2015).

9.2. Klinik Özellikler: Cushing sendromlu hastalarda sıklıkla yüzde yuvarlaklaşma (ay yüzü) ve sırtın üst kısmında yağ birikimiyle oluşan görünüm değişiklikleri dikkat çeker. Bunun yanı sıra aşırı kıllanma, yüksek tansiyon, kilo artışı ve kolay morarma sorunları da görülebilir (Swali, Walker, Lavery, Tomlinson, & Stewart, 2008). Ayrıca yara iyileşmesinde gecikme ve enflamatuvar cevapta bozulma da vardır (Chan, Storr, Grossman, & Savage, 2007).

9.3. Çeneler, Dişler ve İlişkili Yapıların Görüntüleme Bulguları: Cushing sendromunda kemik yapısı belirgin şekilde etkilenir; osteoblast aktivitesinin azalması ve osteoklast aktivitesinin artması sonucunda yaygın osteoporoz gelişir. Bu

durum kemiklerin zayıflamasına ve patolojik kırık riskinin artmasına yol açar. Kemik dokusu düzensiz ve granüler bir görünüm alabilirken, kafatasında incelme ve benekli radyografik görüntüler izlenebilir. Ayrıca diş sürmesi erken olabilir ve lamina durada kısmi kayıplar görülebilir (WN, 2019).

10. SONUÇ

Diş hekimleri endokrin hastalıkların oral ve maksillofasiyal yansımaları konusunda bilgi sahibi olmaları büyük önem taşır. Klinik ve radyografik bulguların dikkatli değerlendirilmesi, multidisipliner yaklaşım ile birlikte ele alındığında, hem ağız sağlığının korunmasına hem de sistemik hastalıkların erken teşhis ve tedavisine katkı sağlar

KAYNAKÇA

- Al-Maskari, A. Y., Al-Maskari, M. Y., & Al-Sudairy, S. (2011). Oral manifestations and complications of diabetes mellitus: a review. Sultan Qaboos University Medical Journal, 11(2), 179.
- Atreja, G., Atreja, S. H., Jain, N., & Sukhija, U. (2012). Oral manifestations in growth hormone disorders. Indian journal of endocrinology and metabolism, 16(3), 381-383.
- Bhattacharyya, S. S., & Singh, A. (2023). Acquired hypothyroidism in children. Indian Journal of Pediatrics, 90(10), 1025-1029.
- Bilezikian, J. P., Khan, A., Potts Jr, J. T., Brandi, M. L., Clarke, B. L., Shoback, D., . . . Rejnmark, L. (2011). Hypoparathyroidism in the adult: epidemiology, diagnosis, pathophysiology, target-organ involvement, treatment, and challenges for future research. Journal of Bone and Mineral Research, 26(10), 2317-2337.
- Cai, H., Mcneilly, A. S., Luttrell, L. M., & Martin, B. (2012). Endocrine function in aging. International journal of endocrinology, 2012, 872478.
- Carlos Fabue, L., Jiménez Soriano, Y., & Sarrión Pérez, M. G. (2010). Dental management of patients with endocrine disorders. J Clin Exp Dent, 2(4), 196-203.
- Chan, L. F., Storr, H. L., Grossman, A. B., & Savage, M. O. (2007). Pediatric Cushing's syndrome: clinical features, diagnosis, and treatment. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, 51, 1261-1271.
- Chandna, S., & Bathla, M. (2011). Oral manifestations of thyroid disorders and its management. Indian journal of endocrinology and metabolism, 15(Suppl2), S113-S116.

- Chiovato, L., Magri, F., & Carlé, A. (2019). Hypothyroidism in context: where we've been and where we're going. *Advances in therapy*, 36(Suppl 2), 47-58.
- Cicmil, A., Govedarica, O., Lečić, J., Mališ, S., Cicmil, S., & Čakić, S. (2017). Oral symptoms and mucosal lesions in patients with diabetes mellitus type 2. *Balkan Journal of Dental Medicine*, 21(1), 50-54.
- Cicmil, S., Mladenović, I., Krunic, J., Ivanović, D., & Stojanović, N. (2018). Oral alterations in diabetes mellitus. *Balkan Journal of Dental Medicine*, 22(1), 7-14.
- Clarke, B. L. (2014). Bone disease in hypoparathyroidism. *Arq Bras Endocrinol Metabol*, 58(5), 545-552. doi:10.1590/0004-2730000003399
- Çakmak, S., Ataoğlu, H. E., & Sezer, B. T. (2018). Subklinik Hipertiroidinin Bir Yıllık Seyrinin Değerlendirilmesi. *Eurasian Journal of Family Medicine*, 7(3), 85-92.
- Ferrante, F., Blasi, S., Crippa, R., & Angiero, F. (2017). Dental abnormalities in pituitary dwarfism: a case report and review of the literature. *Case reports in dentistry*, 2017(1), 5849173.
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., . . . Martín, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International journal of molecular sciences*, 21(17), 6275.
- Gounden, V., Basit, H., Anastasopoulou, C., & Jialal, I. (2024). Hyperpituitarism. In *StatPearls* [Internet]: StatPearls Publishing.
- Grimberg, A., DiVall, S. A., Polychronakos, C., Allen, D. B., Cohen, L. E., Quintos, J. B., . . . Society, E. C. o. t. P. E. (2017). Guidelines for growth hormone and insulin-like growth factor-I treatment in children and adolescents:

growth hormone deficiency, idiopathic short stature, and primary insulin-like growth factor-I deficiency. Hormone research in paediatrics, 86(6), 361-397.

Haller, M. J., Atkinson, M. A., & Schatz, D. (2005). Type 1 diabetes mellitus: etiology, presentation, and management. Pediatric Clinics, 52(6), 1553-1578.

Hanley, P., Lord, K., & Bauer, A. J. (2016). Thyroid disorders in children and adolescents: a review. JAMA pediatrics, 170(10), 1008-1019.

Harorlı, A., Akgül, H. M., & Yılmaz, A. B. (2001). Dişhekimliğinde radyolojide temel kavramlar ve radyodiagnostik: Atatürk Üniversitesi.

Indurkar, M. S., Maurya, A. S., & Indurkar, S. (2016). Oral manifestations of diabetes. Clinical diabetes, 34(1), 54-57.

Iwai, S., Kabata, T., Maeda, T., Kajino, Y., Ogawa, K.-i., Kuroda, K., & Tsuchiya, H. (2012). Hyperostosis around the bilateral acetabulum associated with hypoparathyroidism. Modern rheumatology, 22(5), 766-768.

Jansen, H. I., Boelen, A., Heijboer, A. C., Bruinstroop, E., & Fliers, E. (2023). Hypothyroidism: the difficulty in attributing symptoms to their underlying cause. Frontiers in endocrinology, 14, 1130661.

Kaur, M., Shailaja, S., Chandra, S., & Mamatha, B. (2012). Acromegaly—a case report with dentist's perspectives and review of literature. Journal of Advanced Oral Research, 3(2), 11-14.

Khan, T. (2018). Oral manifestations and complications of diabetes mellitus: A review. Int J Med Health Res, 4(2), 50-52.

- KOCATÜRK, S., & BERİAT, G. K. (2009). Tiroidektomiye bağlı hipoparatiroidi. Türkiye Klinikleri Ear Nose and Throat-Special Topics, 2(1), 32-41.
- Mauri-Obradors, E., Estrugo-Devesa, A., Jané-Salas, E., Viñas, M., & López-López, J. (2017). Oral manifestations of Diabetes Mellitus. A systematic review. Medicina oral, patología oral y cirugía bucal, 22(5), e586.
- Nagaraj, E., Kaur, R. P., Raghuram, P., & Kumar, P. S. (2013). Multiple internal resorption in permanent teeth associated with hyperparathyroidism. Indian Journal of Dental Research, 24(1), 128-131.
- Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., & Chi, A. C. (2015). Oral and maxillofacial pathology: Elsevier Health Sciences.
- Nyamati, S. B., Venkatraman, S., Nagaraju, K., Annapoorna, H., & Prakash, S. (2011). Role of dental findings in the diagnosis of idiopathic hypoparathyroidism. Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology, 23(Suppl 1), S462-S464.
- Papadopoulou, C. I., Sifakakis, I., & Tournis, S. (2024). Metabolic bone diseases affecting tooth eruption: a narrative review. Children, 11(6), 748.
- Sadiq, N. M., & Tadi, P. (2023). Physiology, pituitary hormones. In StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing.
- Shcherba, V., Demkovych, A., Hasiuk, P., Lebid, O., Duda, K., & Stoikeych, H. (2022). Morphological changes of periodontal components under experimental lipopolysaccharide periodontitis combined with hyperthyroidism. Wiad Lek, 75(8), 1960-1964.
- Ship, J. A. (2003). Diabetes and oral health: an overview. The Journal of the American Dental Association, 134, 4S-10S.

- Song, E., Park, M. J., Kim, J. A., Roh, E., Yu, J. H., Kim, N. H., . . . Kim, N. H. (2021). Implication of thyroid function in periodontitis: a nationwide population-based study. *Scientific Reports*, 11(1), 22127.
- Srirangarajan, S., Satyanarayan, A., Ravindra, S., & Thakur, S. (2014). Dental manifestation of primary idiopathic hypoparathyroidism. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 18(4), 524-526.
- Swali, A., Walker, E., Lavery, G., Tomlinson, J., & Stewart, P. (2008). 11 β -Hydroxysteroid dehydrogenase type 1 regulates insulin and glucagon secretion in pancreatic islets. *Diabetologia*, 51(11), 2003-2011.
- ŞANAL, S. K., SÜSLÜ, A. E., BİÇER, Y. Ö., SERİN, E., & KANAT, M. (2009). Primary Hyperparathyroidism and Surgical Management. Paper presented at the KBB-Forum: Elektronik Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi.
- Trentin, M. S., Verardi, G., De C, F. M., de Carli, J. P., da Silva, S. O., Lima, I. F., & Paranhos, L. R. (2017). Most Frequent Oral Lesions in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(2), 107-111.
- White, S., & Pharoah, M. (2009). Systemic diseases manifested in the jaws. *Oral Radiology: Principles and Interpretation*. 5th Ed. St Louis: CV Mosby Co, 597-614.
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2013). *Oral radiology: principles and interpretation: Elsevier Health Sciences*.
- WN, E. (2019). *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation: Elsevier*.
- Yeh, M. W., Ituarte, P. H., Zhou, H. C., Nishimoto, S., Amy Liu, I.-L., Harari, A., . . . Adams, A. L. (2013). Incidence and

prevalence of primary hyperparathyroidism in a racially mixed population. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 98(3), 1122-1129.

Yıldırım, D., & Bilgir, E. (2017). Oral bulgu veren sistemik hastalıklar. Medical Journal of Süleyman Demirel University, 24(2).

Zahid, T. M., Wang, B.-Y., & Cohen, R. E. (2011). The effects of thyroid hormone abnormalities on periodontal disease status. Journal of the International Academy of Periodontology, 13(3), 80-85.

DİŞ HEKİMLİĞİNDE ULTRASONOGRAFİ KULLANIMI: TEMEL PRENSİPLER, KLİNİK UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Ceyda Gizem TOPAL¹

Edanur BULUT²

1. GİRİŞ

Ağız ve maksillofasiyal bölgede karşılaşılan lezyonların doğru bir biçimde değerlendirilmesi; tanısal doğruluğun artırılması, hastaya en uygun tedavi planlamasının yapılması ve hastalığın prognozunun öngörülmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel olarak klinik muayene ve konvansiyonel radyografik görüntüleme yöntemleri tanı sürecinin temel taşlarını oluşturmaktadır; ancak özellikle lezyonların iç yapılarının analizi, tümörlerin doku içine invazyon derinliği ve bu patolojilerin komşu anatomik yapılarla olan kompleks ilişkilerinin değerlendirilmesinde daha ileri ve tamamlayıcı görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (1).

Ultrasonografi (USG), iyonizan radyasyon içermemesi, hasta başında gerçek zamanlı görüntüleme imkânı sağlaması ve yüzeyel dokularda oldukça yüksek çözünürlük sunabilmesi nedeniyle tıbbın pek çok alanında olduğu gibi diş hekimliğinde de son yıllarda büyük bir ivmeyle önem kazanan tamamlayıcı bir tanı aracı haline gelmiştir. Araştırmalar, özellikle dil ve ağız

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0000-0001-7401-418X.

² Diş Hekimi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, ORCID: 0009-0002-3890-522X.

tabanı lezyonlarında intraoral ultrasonografi ile elde edilen bulguların, histopatolojik kesin tanımlarla anlamlı düzeyde uyum gösterdiğini kanıtlamıştır. Bununla birlikte ultra yüksek frekanslı ultrasonografi teknolojileri, oral mukozanın epitel ve subepitel katmanlarındaki mikroyapısal özellikleri ayrıntılı biçimde ortaya koyabilmekte; bu durum oral potansiyel malign bozukluklar ile skuamöz hücreli karsinom vakalarında tümör kalınlığı ve invazyon derinliği gibi hayati prognostik parametrelerin ameliyat öncesinde saptanmasına büyük katkı sağlamaktadır. Ek olarak, damar yapılarını inceleyen renkli Doppler ultrasonografi, tümör vaskülarizasyonunu haritalandırarak iyi huylu ve kötü huylu lezyonların ayırımında klinisyene destekleyici, kritik bilgiler sunmaktadır (1-3).

2. ULTRASONOGRAFİNİN TEMEL PRENSİPLERİ VE BİYOFİZİĞİ

2.1. Ultrasonografi Teknolojisinin Tanımı ve Çalışma Prensibi

Ultrasonografi, yüksek frekanslı akustik dalgaların (ses dalgalarının) kullanımıyla insan vücudundaki yapıların gerçek zamanlı ve kesitsel görüntülerini elde etmeye yarayan non-invaziv bir radyolojik görüntüleme yöntemidir. Bu teknikte, transdüser adı verilen prob aracılığıyla vücuda gönderilen ses dalgaları, farklı akustik özelliklere sahip doku sınırlarından çeşitli oranlarda yansiyarak geri döner; oluşan bu ekolar (yankılar) cihaz tarafından algılanır, işlenir ve monitörde teşhis amaçlı gri skala görüntülere dönüştürülür (4, 5).

Bir ultrasonografi cihazı temelde üç ana bileşenden oluşur:

- **Prob (Başlık):** İçerisinde transdüserin bulunduğu, ses dalgaları ile elektrik enerjisinin birbirine dönüştürüldüğü kısımdır.

- **Gövde:** Ses dalgalarının pulsar (vurular) halinde üretilmesini ve dokulardan yansıyan ekoların işlenerek görüntüye çevrilmesini sağlayan ana işlemci birimidir.
- **Görüntüleme Birimi:** Elde edilen görüntülerin canlı ("real-time") olarak izlendiği ekran ve bunların dijital olarak depolandığı PACS (Picture Archiving and Communication Systems) gibi kayıt sistemlerinden oluşur (6).

Ultrasonografinin çalışma prensibi **piezoelektrik etkiye** dayanmaktadır. Kuartz benzeri bazı özel kristal yapılarına elektrik enerjisi uygulandığında, bu kristaller genişleyip daralarak mekanik titreşimler oluşturur ve ses dalgalarını üretirler. Aynı zamanda bu kristaller, dokulardan geri dönen ses dalgalarının yarattığı mekanik basıncı algılayarak tekrar elektrik sinyallerine dönüştürebilirler; bu yapıya "transdüser" (çevirici) adı verilir. Günümüz cihazlarında transdüser olarak çoğunlukla piezoelektrik seramik diskler kullanılmaktadır (6).

Ses dalgalarının etkin bir biçimde yayılabilmesi için uygun bir iletim ortamına ihtiyaç vardır; ses, katı ve sıvı ortamlarda havaya kıyasla çok daha hızlı ve güçlü ilerler. Uygulama sırasında prob ile cilt arasında oluşabilecek hava tabakasının ses dalgalarını yansıtarak görüntü kaybına yol açmasını engellemek amacıyla **akustik jel** kullanımı zorunludur. Dokulardan geri dönen ekoların yoğunluğu, ekrandaki parlaklık derecesini belirler; güçlü yansıma yapan yapılar "hiperekojenik" (beyaz) olarak izlenirken, dalgaları zayıf yansıtan yapılar "hipoekojenik" (koyu gri/siyah) olarak görüntülenir. Ses dalgasının dokuya gidip gelme süresi hesaplanarak anatomik yapının derinliği tayin edilir (4, 7, 8).

2.2. Frekans Aralıkları

İnsan kulağı normal şartlarda 20 Hz ile 20.000 Hz (20 kHz) arasındaki ses frekanslarını algılayabilirken, tanısal ultrasonografi çok daha yüksek frekanslarda, genellikle 2 MHz ile 30 MHz aralığında çalışmaktadır. Baş ve boyun bölgesine yönelik dental ultrasonografi uygulamalarında çoğunlukla **5–18 MHz aralığındaki yüksek frekanslı problemler** (en yaygın olarak 7.5 MHz) tercih edilmektedir. Yüksek frekans, yüzeysel dokularda olağanüstü yüksek bir uzaysal çözünürlük sağlarken, doku içine penetrasyon derinliği azalmaktadır(4, 7).

2.3. Ultrasonografi Türleri ve Görüntüleme Modları

Klinik kullanıma, frekansa ve teknolojiye göre pek çok ultrasonografi çeşidi bulunmaktadır:

- **B-Mod (Brightness Mode):** Günümüzde tıbbi ve dental görüntülemenin temelini oluşturan, yankıların parlaklık noktaları olarak kodlandığı iki boyutlu (2D) gri skala görüntüleme yöntemidir. Yumuşak doku, kas, kist ve tümör incelemelerinin temelidir.
- **Doppler Ultrasonografi:** Hareketli hedeflere (örneğin kan hücreleri) çarpan ses dalgalarının frekans değiştirmesi ilkesine (Doppler kayması) dayanır.
 - o *Spektral Doppler:* Kan akımını hız-zaman grafiği olarak gösterir, hemodinamik yapı analiz edilir.
 - o *Renkli Doppler:* B-mod görüntü üzerine kan akımının yönü ve hızının renklendirilerek yansıtılmasıdır. Proba yaklaşan akım genelde kırmızı, uzaklaşan akım mavi tonlarda izlenir.
 - o *Dubleks Doppler:* B-mod (gri skala) görüntü ile spektral Doppler'in eş zamanlı kullanımıdır. Ekranın bir bölümünde anatomik yapının 2D görüntüsü izlenirken, diğer bölümünde seçilen

damarın kan akım hızı zaman-hız grafiği (waveform) olarak gösterilir. Akımın hızı ve direnci (RI, PI gibi indeksler) sayısal olarak hesaplanabilir; ancak akımın yönü veya renk haritası yoktur.

- o *Tripleks Doppler*: Duplex'e renkli Doppler'in da eklenmesiyle oluşan üç modlu sistemdir: B-mod + renkli Doppler + spektral Doppler aynı anda çalışır. Anatomik yapı gri skalada görülürken damarlar renkli olarak haritaplanır (proba yaklaşan akım kırmızı, uzaklaşan mavi), ve seçilen noktadan spektral waveform da eş zamanlı alınır. Daha fazla bilgi sunar ama işlemci yükü nedeniyle kare hızı (frame rate) düşebilir (4, 8, 9).
- **Elastografi**: Dokunun mekanik sertliğini ölçerek özellikle iyi huylu-kötü huylu lenf nodu ve tükürük bezi tümörlerinin ayırımında kullanılır (10).
- **UHFUS (Ultra Yüksek Frekanslı Ultrasonografi)**: Çok yüksek frekanslı (genellikle 30–70 MHz, bazen daha yüksek) ultrason kullanarak yüzeysel dokuların görüntülenmesini sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Dermatoloji, ağız mukozası, tükürük bezleri, periferik sinirler gibi yüzeysel yapılarda kullanılır.
- **SAM (Scanning Acoustic Microscopy / Taramalı Akustik Mikroskopisi)**: Çok daha yüksek frekanslar (100 MHz–GHz düzeyi) kullanan, mikroskobik çözünürlükte görüntü elde etmeyi amaçlayan bir tekniktir. Çoğunlukla araştırmalarda, materyal biliminde ve histolojik düzeyde incelemelerde kullanılır. Genellikle canlı hastada rutin klinik görüntüleme amacıyla kullanılmaz. (11).

3. ULTRASONOGRAFİNİN GELİŞİM TARİHÇESİ

Ultrasonografi teknolojisinin temelleri, piezoelektrik etkinin 1880'de Pierre ve Jacques Curie tarafından keşfedilmesiyle atılmıştır. I. Dünya Savaşı sırasında Fransız fizikçi Paul Langevin, piezoelektrik kristaller kullanarak denizaltı tespitine yönelik sonar sistemini geliştirmiş (1917); bu çalışma ses dalgalarının tıbbi görüntülemeye uyarlanması önünü açmıştır. II. Dünya Savaşı sonrasında sonar teknolojisinin daha da olgunlaşması ve mühendislerin sivil alanlara yönelmesiyle birlikte tıbbi ultrasonografi hızla gelişmiştir. 1950'lerde ilk karaciğer ve böbrek görüntülemeleri başlamış, 1960'larda B-mod geliştirilerek görüntü kalitesi artırılmış, 1970'lerde ise Doppler teknolojisi kullanıma sunulmuştur. Diş hekimliğinde ultrasonografi kullanımı ise genel tıba göre daha geç, 1980'lerden sonra yüksek frekanslı probaların geliştirilmesiyle başlamıştır. Ağız içi anatomik yapıların küçük olması ve kemik/hava bariyerlerinin ses dalgalarını yansıtmaması, bu gecikmenin ana nedenleridir. 1990'lardan itibaren çene kistleri, tükürük bezi hastalıkları ve periodontal doku incelemeleriyle ultrasonografi, dental pratikte giderek daha önemli bir yer edinmiştir (12-14).

4. AVANTAJLAR, DEZAVANTAJLAR VE ARTEFAKTLAR

4.1. Avantajları

Ultrasonografi; iyonizan radyasyon içermemesi nedeniyle çocuklarda ve gebelerde güvenle kullanılabilen, gerçek zamanlı değerlendirme imkânı sunan, non-invaziv ve düşük riskli bir görüntüleme yöntemidir. Göreceli olarak daha düşük maliyetli olması, cihazların taşınabilir (mobil) olması, cerrahi işlemler sırasında rehberlik ederek atravmatik bir yaklaşım sunması ve

derin sedasyon gerektirmeden hastalar tarafından kolayca tolere edilebilmesi en büyük üstünlüklerindendir. Bilinen herhangi bir kümülatif biyolojik zararı bulunmamaktadır (5, 8).

4.2. Dezavantajları ve Sınırlılıkları

Yöntemin en büyük kısıtlılığı, **uygulayıcının (operatörün) deneyimine ve bilgi birikimine** yüksek oranda bağımlı olmasıdır. Ses dalgaları havadan ve kemikten geçemediği için çene kemiklerinin iç kısımları (kortikal perforasyon yoksa) ve havalı boşlukların arkasındaki yapılar değerlendirilemez. Yüksek vücut kitle indeksine sahip hastalarda artan deri altı yağ dokusu görüntü kalitesini bozabilir. Ayrıca elde edilen kesitsel görüntülerin sonradan başka bir uzman tarafından yorumlanması, BT veya MRG'ye göre çok daha zordur (5, 7, 15).

4.3. Görüntüleme Artefaktları

Görüntüleme sırasında ses dalgalarının dokularla etkileşimi sonucu, dokuların gerçek yapısını yansıtmayan yanıltıcı görüntüler (artefaktlar) oluşabilir (16).

- *Reverberasyon ve Kuyruklu Yıldız (Comet Tail):* Ses dalgalarının birbirine paralel yansıtıcı yüzeyler arasında hapsolup ardışık olarak yansmasıyla oluşur (17).
- *Ayna Görüntüsü (Mirror Image):* Güçlü yansıtıcı bir yüzeyden seken dalgaların lezyonu ikinci bir kopyasıyla birlikte göstermesidir(18).
- *Akustik Gölgeleme:* Kemik veya kalsifikasyon (tükürük bezi taşı vb.) gibi yüksek yoğunluklu yapıların arkasına ses dalgalarının geçememesi sonucu oluşan siyah (hipoekojenik) gölge alanıdır.
- *Posterior Akustik Güçlenme:* Kist gibi sıvı dolu yapıların içinden geçen ses dalgalarının zayıflamaması nedeniyle, kistin arka duvarının normalden daha parlak

(hiperekojenik) görünmesidir; lezyonun kistik olduğunu doğrulamada çok yararlıdır(19).

5. KLİNİK UYGULAMA ALANLARI VE AĞIZ LEZYONLARI

5.1. Çene Kemiği İçi (İntraosseöz) Lezyonlar

Normal şartlarda kortikal kemik USG dalgalarını bloke etse de çene kemiklerinde gelişen kistik veya tümöral lezyonlar genellikle kortikal kemikte incelmeye ve perforasyona yol açar; bu zayıflamış alanlar USG dalgaları için "akustik pencereler" oluşturur(4). Kemik içi lezyonlar USG ile içeriklerine göre üç gruba ayrılır:

1. **Kistik (Sıvı içerikli) Lezyonlar:** Anekodenik (siyah) görünürler, iç eko barındırmazlar ve tipik posterior akustik güçlenme gösterirler.
2. **Solid (Katı) Lezyonlar:** Tümöral yapılardır, orta veya yüksek ekojenite (gri/beyaz) gösterirler, arkalarında akustik güçlenme izlenmez.
3. **Semisolid (Karışık) Lezyonlar:** Ameloblastoma gibi tümörlerde sık rastlanır; hem sıvı hem katı doku komponentlerini bir arada barındırırlar (20).

Maksilla ve mandibulada lezyonu bulunan 72 hastayı kapsayan bir çalışmada, cerrahi öncesi yapılan USG incelemelerinin histopatolojik sonuçlarla olan uyumu değerlendirilmiştir. Solid lezyonlarda %92, mikst lezyonlarda %93 oranında bir uyum saptanmıştır. Sıvı içerikli lezyonlarda uyum %74 gibi daha düşük bir düzeyde kalsa da, kistik-solid ayırıcı tanısında yöntemin son derece güvenilir bir rehber olduğu ispatlanmıştır. Kalın kortikal kemik veya enfeksiyon varlığı ultrasonografik penetrasyonu sınırlayan başlıca faktörlerdir (21).

5.2. Dil ve Ağız Tabanı Lezyonları

İntraoral ultrasonografi (IOUS), dil ve ağız tabanı kitlelerinin değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Özellikle hemanjyom ve lipoma gibi non-epitelyal benign lezyonların morfolojik yapısı, sınırları, derinliği ve vaskülarizasyonu histopatolojik sonuçlara yüksek oranda uygun olarak saptanabilmektedir. Erken evre (T1-T2) oral dil kanserlerinde, **tümör invazyon derinliğinin (DOI) ve tümör kalınlığının (TT)** cerrahi öncesi belirlenmesi, boyun diseksiyonu ihtiyacını ve prognozu belirleyen en önemli faktörlerdendir. USG, tümörün kas dokusu içine ne kadar ilerlediğini milimetrik hassasiyetle ölçebilmekte ve radyasyon riski barındırmadan güvenli bir preoperatif planlama imkânı sunmaktadır (2, 22). Ayrıca ağız tabanındaki ranula gibi kistik lezyonların ayırıcı tanısında, lezyonun mylohyoid kas ile olan anatomik ilişkisinin ve sublingual/submandibular yerleşiminin gösterilmesinde USG kritik rol oynar (2, 3).

5.3. Oral Skuamöz Hücreli Karsinom (OSHK) ve Premalign Bozukluklar

Oral kavite kanserlerinin %90'ından fazlasını oluşturan OSHK vakalarında B-mod USG lezyon sınırlarını çizirken, Renkli Doppler USG tümörün anjiyogenez (yeni damar oluşumu) özelliklerini ortaya çıkarır. Kötü huylu kitlelerde genellikle düşük dirençli (düşük Rezistif İndeks- RI) ve artmış kan akımı paternleri gözlenir. Oral liken planus, lökoplaki gibi Potansiyel Malign Bozukluklarda (OPMD) son yıllarda Ultra-Yüksek Frekanslı Ultrasonografi (UHFUS) kullanılmaya başlanmıştır. UHFUS ile oral liken planuslu bölgelerde mukozaya karşılık gelen spesifik, kalın ve hipoekojenik bir yüzeyel bant tanımlanmış olup; dokunun epitelyal mikroyapısındaki hücresel değişiklikler non-invaziv olarak haritalandırılabilir. Erken evre mukozal değişikliklerin tespiti için histopatoloji altın standart olsa da

UHFUS geleceğin optik biyopsi yöntemlerinden biri olarak görülmektedir (1, 23-25).

5.4. Tükürük Bezleri Hastalıkları

Yüzeye yakın konumları nedeniyle parotis ve submandibular bezler USG ile mükemmel şekilde değerlendirilir.

- *Siyalolitiazis (Tükürük Bezi Taşı)*: En sık submandibular bez Wharton kanalında görülür. USG'de arkasında belirgin akustik gölgelenme bırakan hiperekojenik odaklar olarak izlenirler. Taş kanalı tıkadığında gerisindeki duktus dilate (genişlemiş) ve hipoekojenik olarak görüntülenir (26).
- *Sjögren Sendromu*: Otoimmün kaynaklı bu hastalıkta USG ile tükürük bezi parankiminde homojenitenin bozulduğu, çok sayıda hipoekojenik odakların ve yer yer kistik alanların olduğu tipik bir "leopar deseni" veya "bal peteği" görünümü saptanır (11).
- *İnflamatuvar Hastalıklar (Sialadenit)*: Akut sialadenitte bez şişkin, ödemli, hipoekojenik ve artmış kan akımına sahiptir. Kronik sialadenitte ise bez küçülmüş, fibrotikleşmiş ve düzensiz sınırlı izlenir (4, 11).
- *Tümörler*: Parotiste en sık görülen iyi huylu tümör olan pleomorfik adenom; sınırları belirgin, lobüle, hipoekojenik bir kitle olarak izlenirken, Warthin tümörü heterojen ve kistik odaklar içerir. Kötü huylu tümörler (mukoepidermoid karsinom vb.) ise düzensiz sınırlı, çevre dokuyu invaze eden ve artmış kanlanmaya sahip yapılardır (11, 27).

5.5. Servikal Lenf Nodlarının Değerlendirilmesi

Baş-boyun malignitelerinin metastazları veya enfeksiyöz durumlar ilk olarak servikal lenf nodlarını etkiler. B-mod USG, iyi huylu ve kötü huylu lenf bezi ayırımında çok değerlidir.

- **İyi Huylu (Reaktif/Sağlıklı) Lenf Nodları:** Oval şekilli, uzun eksenini kısa ekseninden büyük (L/S oranı > 2), ince korteksli, ortasında beyaz (ekojenik) bir yağlı hilus barındıran yapılardır. Doppler incelemede kanlanma merkezden (hilus) dışa doğrudur.
- **Kötü Huylu (Metastatik) Lenf Nodları:** Hastalık ilerledikçe nodül yuvarlaklaşır (L/S oranı < 2), korteks kalınlaşır ve merkezdeki sağlıklı ekojenik hilus kaybolur. Kanlanma periferik (dış kenarlardan) ya da karışık bir patern izler. Sonoelastografi ile lenf nodunun doku sertliği (Strain İndeksi) hesaplanır; malign nodüllerin çevre dokuya göre belirgin şekilde daha sert olduğu tespit edilerek hücresel düzeydeki patoloji kanıtlanır (28-30).

5.6. Temporomandibular Eklem (TME) ve Çiğneme Kasları

TME diski, mandibular kondil ile fossa arasında ince, hiperekojenik bir bant şeklinde izlenir (31).

- *Disk Deplasmanı:* Ağız açma-kapama sırasındaki dinamik incelemede diskin kondil başından anterior veya lateral yöne kayması saptanabilir. Meta-analizler, USG'nin redüksiyonlu ve redüksiyonsuz disk deplasmanlarında %70-85 bandında yüksek özgüllük ve duyarlılığa sahip olduğunu göstermiştir (32, 33).
- *Eklem Efüzyonu:* İnflamasyon anında eklem boşluğunda sıvı birikimi (hipoekojenik alan) kapsüler distansiyona neden olur ve milimetrik olarak ölçülebilir (31).
- *Kondiler Kemik Değişiklikleri:* Osteofit oluşumları ve kemik erozyonları kortikal yüzeyde basamaklanma (düzensizlik) şeklinde saptanabilir (26).
- *Kas Dokuları:* Masseter, temporal ve digastrik kaslar USG ile değerlendirildiğinde karakteristik

fibriler/striasyonlu (çizgili) bir eko yapısı sunarlar. Botoks uygulamalarında, kas hipertrofilerinde ve temporomandibular disfonksiyonlarda kasın kontraksiyon kalınlığı dinamik olarak ölçülebilir (7, 26).

5.7. Diş Çürüklerinin Erken Tanısı

Yüksek frekanslı (18 MHz ve üzeri) ultrasonografinin, radyografik olarak saptanamayan proksimal mine ve dentin çürüklerinin erken tanısında kullanılabildiği gösterilmiştir. Demineralize olan mine dokusunda artan hücresel porozite (boşluklar), ses dalgalarının yansıma özelliklerini değiştirerek sağlıklı diş dokusuna kıyasla güçlü bir akustik kontrast yaratır (7, 26, 34).

6. ULTRASONOGRAFİ REHBERLİĞİNDE GİRİŞİMSSEL İŞLEMLER

6.1. Artrosentez Uygulamaları

Temporomandibular eklem içi adezyonları yıkmak ve inflamatuvar sıvıları uzaklaştırmak için yapılan artrosentez işlemi, klasik olarak "körleme" anatomik nirengi noktaları kullanılarak yapılır. Ancak bu durum çevre damar ve sinir yapılarına zarar verebilir. İşlemin **USG rehberliğinde** yapılmasıyla kondil başı, disk ve üst eklem boşluğu ekranda canlı olarak görülür. İğnenin yumuşak dokuları geçerek tam olarak doğru milimetrik lokasyona (üst eklem boşluğuna) girişi ekranda hiperekojenik bir çizgi olarak takip edilir. İşlem süresi kısalmır, başarı oranı artar ve çoklu iğne girişi denemelerine gerek kalmaz (35, 36).

6.2. İnce İğne Aspirasyon Biyopsisi (İİAB / FNAB)

Özellikle tiroid nodülleri ve baş-boyun bölgesindeki yüzeysel kitlelerin sitolojik değerlendirmesi için kullanılan bu yöntemin USG eşliğinde (in-plane tekniği ile) uygulanması tıp pratiğinde altın standart halini almıştır. Klinisyen, şüpheli lenf

nodunu veya tiroid nodülünü ultrason probu ile görüntülerken, iğnenin ucunu tam olarak nekrotik olmayan, canlı hücrelerin bulunduğu hedef alana yönlendirir. Ultrasonografi rehberliği, yanlış hedeflemeyi, kanama ve komplikasyon riskini en aza indirirken, tanısal hücre örneği elde etme doğruluğunu %85 ile %100 seviyelerine kadar ulaştırır (37, 38).

7. YAPAY ZEKA VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

USG'nin operatör bağımlı doğası ve görüntüdeki gürültü/artefakt problemleri, yapay zeka (AI) ve derin öğrenme algoritmalarının sisteme entegre edilmesiyle aşılmaya başlanmıştır. Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), görüntü analizinde devrim yaratmıştır. Bir CNN mimarisinde bulunan evrişim katmanları görüntüden anlamlı özellikleri (şekil, kenar, ekojenite) çıkarırken, havuzlama katmanları veriyi küçültür ve tam bağlantılı katmanlar patolojinin iyi/kötü huylu olarak sınıflandırılmasını sağlar. İnsan gözüyle saptanması zor olan mikroskobik doku farklılıkları ve paternleri makine öğrenmesi sayesinde otonom olarak değerlendirilebilmekte, bu durum diş hekimliğinde ultrasonografinin teşhis hassasiyetini ve standardizasyonunu olağanüstü düzeyde artırmaktadır (39-41).

8. SONUÇ

Sonuç olarak ultrasonografi; diş hekimliği ve maksillofasiyal cerrahi alanında, radyasyon içermeyen, non-invaziv, ucuz, dinamik ve hasta başı bir tanı aracı olmasıyla eşsiz bir role sahiptir. Temel yumuşak doku lezyonlarının karakterizasyonundan, OSHK invazyon derinliğinin ölçülmesine; tükürük bezi hastalıkları, lenfadenopatiler ve TME rahatsızlıklarının değerlendirilmesinden, artrosentez ve İİAB gibi

minimal invaziv cerrahi operasyonlara kadar geniş bir spektrumda kullanılmaktadır. Kemik dokusunun varlığı yöntemin penetrasyon derinliğini sınırlandırır da; özellikle ultra-yüksek frekanslı problemlerin, sonoelastografi gibi yenilikçi tekniklerin ve yapay zeka/makine öğrenmesi algoritmalarının entegrasyonu sayesinde bu cihazların diş hekimliğinde tanısal doğruluğu eşi görülmemiş seviyelere çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte ultrasonografinin rutin dental uygulamaların vazgeçilmez bir parçası olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Esperouz F, Caponio VCA, Santarelli A, Ballini A, Muzio LL, Ciavarella D, et al. Are we ready to use ultrasounds in the clinical assessment of depth of invasion and tumor thickness in oral squamous cell carcinoma? Results from a systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis. *Oral Oncology*. 2024;159:107104.
2. Sugawara C, Takahashi A, Kawano F, Kudo Y, Ishimaru N, Miyamoto Y. Intraoral ultrasonography of tongue mass lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2016;45(5):20150362.
3. Marotti J, Heger S, Tinschert J, Tortamano P, Chuembou F, Radermacher K, et al. Recent advances of ultrasound imaging in dentistry—a review of the literature. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2013;115(6):819-32.
4. Aydoğdu M, Adışen MZ. Diş Hekimliğinde Diagnostik ve Terapötik Ultrasonografi Kullanımı. *Van Diş Hekimliği Dergisi*. 2021;2(1):28-40.
5. Taş A, Yılmaz S. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi ve Malign Dokularda Kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2020;11(4):486-93.
6. Özpar R, Parlak M. Radyolojik Yöntemlere Giriş. *Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları*. 2022:231.
7. Şimşek M, Naralan Me. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi Kullanımı. *Ağız, Diş Ve Çene Sağlığı*.13.
8. Belgin Ca, Serindere G. Diş Hekimliğinde Ultrasonografi Kullanımı. *Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-I*.59.

9. Akgünlü F, İçöz D. Doppler ve Renkli Doppler Ultrasonografinin Fiziksel Özellikleri ve Oral Vasküler Anomalilerde Kullanımı. Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics. 2016;2(3):80-4.
10. Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correas J-M, Gilja Oa, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound. 2013;34(03):238-53.
11. Shankar VN, Praveena V, Amingad BB. Ultrasonography of salivary gland: a pictorial review. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology. 2014;26(1):61-7.
12. Miao JH. The art and science of ultrasound imaging: medical applications of ultrasound in diagnosis and therapy and its impact on patient care. Cardiovascular Diagnosis and Therapy. 2023;13(1):109.
13. Lanza GM. Ultrasound imaging: something old or something new? : LWW; 2020. p. 573-7.
14. Seo J, Kim Y-s. Ultrasound imaging and beyond: recent advances in medical ultrasound. Biomedical engineering letters. 2017;7(2):57-8.
15. Yalçın ED, AM A. Ağız tabanı ve orofarenkste ultrasonografik anatomi. Türkiye Klinikleri J Oral Maxillofac Radiol-Special Topics. 2016;2(3):75-9.
16. Kremkau FW. Sonography principles and instruments: Elsevier Health Sciences; 2015.
17. Szabo TL. Diagnostic ultrasound imaging: inside out: Academic press; 2013.

18. Bushberg JT, Boone JM. The essential physics of medical imaging: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
19. Hoskins P, Martin K, Thrush A. Diagnostic ultrasound: physics and equipment: CRC Press; 2019.
20. Sumer A, Danaci M, Ozen Sandikçi E, Sumer M, Celenk P. Ultrasonography and Doppler ultrasonography in the evaluation of intraosseous lesions of the jaws. Dentomaxillofacial radiology. 2009;38(1):23-7.
21. Dib LL, Curi MM, Chammas MC, Pinto DS, Torloni H. Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 1996;82(3):351-7.
22. Nilsson O, Knutsson J, Landström FJ, Magnuson A, Von Beckerath M. Ultrasound accurately assesses depth of invasion in T1-T2 oral tongue cancer. Laryngoscope Investigative Otolaryngology. 2022;7(5):1448-55.
23. Izzetti R, Vitali S, Oranges T, Dini V, Romanelli M, Caramella D, et al. Intraoral Ultra-High Frequency Ultrasound study of oral lichen planus: A pictorial review. Skin Research and Technology. 2020;26(2):200-4.
24. Gandhi R, Bhowate R, Nayyar AS, Gandhi S, Dongarwar G. Color Doppler-ultrasonography in oral squamous cell carcinoma: Making ultrasonography more meaningful. Advanced biomedical research. 2016;5(1):29.
25. Izzetti R, Nisi M, Gennai S, Oranges T, Crocetti L, Caramella D, et al. Evaluation of depth of invasion in oral squamous cell carcinoma with ultra-high frequency ultrasound: A preliminary study. Applied Sciences. 2021;11(16):7647.
26. Elmas EH. Diş Hekimliğinde Ultrason Görüntülemeleri Ve Önemi.

27. Gritzmann N, Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P, Hübner E. Sonography of the salivary glands. *European radiology*. 2003;13(5):964-75.
28. Ayata Z, Apaydın M, Varer M, Sarsılmaz A, Çallı Ç, Atasever TR. Servikal lenfadenopatilerin ayırıcı tanısında B-mod, renkli ve power Doppler ultrasonografinin etkinliği. *The Turkish Journal of Ear Nose and Throat*. 2019;19(4):173-8.
29. Erturk AF, Özcan İ. Diş Hekimliğinde Servikal Lenf Nodlarının Ultrasonografi İle Değerlendirilmesi: Retrospektif Çalışma. *Journal of Advanced Research in Health Sciences*. 2023;6(1):46-9.
30. Korkmaz S, Güldoğan ES, Akdağ T, Kurt A. Boyun Lenf Nodlarının Benign-Malign Ayrımında Sonoelastografinin Değeri. *Acta Medica Nicomedia*. 2024;7(1):11-7.
31. Almeida FT, Pacheco-Pereira C, Flores-Mir C, Le LH, Jaremko JL, Major PW. Diagnostic ultrasound assessment of temporomandibular joints: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2019;48(2):20180144.
32. Su N, van Wijk AJ, Visscher CM, Lobbezoo F, van der Heijden GJ. Diagnostic value of ultrasonography for the detection of disc displacements in the temporomandibular joint: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2018;22(7):2599-614.
33. Dong X, He S, Zhu L, Dong T, Pan S, Tang L, et al. The diagnostic value of high-resolution ultrasonography for the detection of anterior disc displacement of the temporomandibular joint: a meta-analysis employing the HSROC statistical model. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2015;44(7):852-8.

34. Korkut B, Arslantunalı Tağtekin D, Çalışkan Yanıkoğlu F. Early diagnosis of dental caries and new diagnostic methods: QLF, Diagnodent, Electrical Conductance and Ultrasonic System. *International Archives Of Dental Sciences*. 2011;32(2):55-67.
35. Torres-Gaya J, Boscà-Ramón A, Marqués-Mateo M, Valverde-Navarro A, García-San Segundo MM, Puche-Torres M. Temporomandibular joint arthrocentesis guided by ultrasonography: An anatomical study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(4):e27-e31.
36. Hasanen A, Albadawy A, Elfekky A. Ultrasound guided versus conventional single needle arthrocentesis. *Al-Azhar Journal of Dental Science*. 2021;24(2):157-66.
37. Mohson K, Jafaar MA. Accuracy of ultrasound guided fine needle aspiration cytology in head and neck lesions. *Asian Pacific Journal of Cancer Care*. 2022;7(3):481-4.
38. Todsen T, Bennedbæk FN, Kiss K, Hegedüs L. Ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy of thyroid nodules. *Head & Neck*. 2021;43(3):1009-13.
39. Boni E, Alfred C, Freear S, Jensen JA, Tortoli P. Ultrasound open platforms for next-generation imaging technique development. *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*. 2018;65(7):1078-92.
40. Yan L, Li Q, Fu K, Zhou X, Zhang K. Progress in the application of artificial intelligence in ultrasound-assisted medical diagnosis. *Bioengineering*. 2025;12(3):288.
41. Shen Y-T, Chen L, Yue W-W, Xu H-X. Artificial intelligence in ultrasound. *European Journal of Radiology*. 2021;139:109717.

AĞIZ, DIŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİNDE ULTRASONOGRAFİ VE YAPAY ZEKANIN ROLÜ

Osman YALÇIN¹

Hilal İsra ERKAN²

1. GİRİŞ

Ağız, diş ve çene radyolojisinde tanısal süreçler, tarihsel olarak büyük ölçüde geleneksel radyografik görüntüleme yöntemlerine dayanmaktadır. Günümüzde bu temel yöntemlerin yanı sıra, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi modern kesitsel teknikler, maksillofasiyal bölgenin incelenmesinde sıklıkla başvurulmuş araçlar haline gelmiştir(Iruvuri et al., 2023; Pacheco-Pereira et al., 2026). Konvansiyonel radyografi ve KIBT sert dokuların üç boyutlu değerlendirmesinde üstün başarı gösterse de, yumuşak doku patolojilerinin çözülmesinde genellikle yetersiz kalmaktadır(Pacheco-Pereira et al., 2026). Öte yandan, BT'nin yüksek iyonizan radyasyon dozu içermesi, MRG'nin ise erişim güçlüğü, yüksek maliyeti, uzun çekim süreleri ve hastalarda yarattığı klostrofobik korkular, klinisyenleri yeni ve daha pratik alternatif arayışlarına yöneltmiştir(Maranini, Ciancio, Mandrioli, Galiè, & Govoni, 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, ORCID: 0000-0002-9057-9620.

² Uzman Diş Hekimi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, ORCID: 0009-0008-6651-0296.

Tam bu noktada, ultrasonografi (USG) bu geniş görüntüleme ailesi içerisinde kendine özgü donanımıyla öne çıkmakta ve özellikle çene-yüz bölgesindeki yumuşak doku lezyonlarının detaylı incelenmesinde kritik bir konuma yerleşmektedir(Rama Mohan et al., 2015). USG, sunduğu sayısız avantaj sayesinde maksillofasiyal bölgedeki yumuşak doku patolojilerinin teşhisinde klinisyenlerin giderek daha fazla ilgisini çeken bir yöntem olmuştur. Bu yöntemin en dikkat çekici özelliği, kesinlikle iyonizan radyasyon içermemesidir; bu durum onu özellikle pediatrik hasta grubunda ve hamilelerde son derece güvenilir, biyolojik açıdan risksiz bir seçenek yapmaktadır(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Maranini et al., 2022). Ayrıca, USG'nin kliniğe kolayca entegre edilebilen maliyet etkin donanımı, yüksek taşınabilirliği ve hasta başında hızlıca uygulanabilmesi, onu günlük pratikte oldukça avantajlı kılmaktadır(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Pacheco-Pereira et al., 2026).

Geleneksel kesitsel görüntüleme tekniklerinin aksine, USG dinamik ve gerçek zamanlı görüntüleme olanağı da sunar(Maranini et al., 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026). Bu sayede temporomandibular eklem (TME) hareketleri veya çiğneme kaslarının fonksiyonları anlık olarak değerlendirilebilmekte, Doppler teknolojisi ile yumuşak doku ve damar ile ilgili patolojilerin kan akımı canlı olarak değerlendirilmekte ve hekim doğrudan hastanın ağrılı bölgelerine odaklanarak hızlı bir klinik karar verebilmektedir(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Maranini et al., 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026; Rama Mohan et al., 2015).

Ancak tüm bu belirgin üstünlüklerine ve tükürük bezi hastalıkları, lenf nodu metastazı değerlendirmesi, apseler, kistik lezyonlar ile orofasiyal enfeksiyonların teşhisindeki geniş kullanım alanlarına rağmen; günümüzde diş hekimlerinin ve ağız, diş ve çene radyologlarının önemli bir bölümü USG'nin bu

alandaki eşsiz tanısal gücünden ve potansiyelinden ne yazık ki yeterince haberdar değildir. Tıp alanındaki köklü ve yaygın kullanımına kıyasla, diş hekimliği literatüründe, eğitim müfredatlarında ve klinik pratiğinde USG uygulamasının hala kısıtlı bir düzeyde kalması dikkat çekici bir eksikliktir(Rama Mohan et al., 2015).

USG'nin klinik pratiğe entegrasyonu tartışılırken, son yıllarda tıbbi görüntüleme teknolojilerinde gerçek bir devrim yaratan yapay zeka (YZ), makine öğrenimi ve derin öğrenme uygulamalarının yükselen eğilimine mutlaka değinmek gerekir(Iruvuri et al., 2023; Jin, Yu, Ai, & Guo, 2025). USG'nin en çok eleştirilen yönü, elde edilen görüntü kalitesinin ve tanısal bulguların doğruluğunun değerlendirmeyi yapan kişinin bireysel tecrübesine sıkı sıkıya bağlı olduğu "operatör bağımlı" yapısıdır(de Oliveira Andrade et al., 2025; Pacheco-Pereira et al., 2026; Zhao et al., 2025).

Bu bağlamda, YZ ve evrişimli sinir ağları (CNN) gibi derin öğrenme algoritmalarının USG sistemlerine entegre edilmesi; tanısal doğruluğu kanıta dayalı olarak artıran, standardizasyon sağlayan ve insan kaynaklı yorgunluk, hata veya gözlemciler arası tutarsızlığı ciddi biçimde azaltan çığır açıcı bir gelişmedir(de Oliveira Andrade et al., 2025; Iruvuri et al., 2023; Zhao et al., 2025).

YZ sistemleri, ultrasonografi görüntülerindeki karmaşık piksel örüntülerini ve ince morfolojik ayrıntıları hızlı biçimde işleyerek; nesnel tanı koyulmasına, tümör sınırları ile doku lezyonlarının otomatik segmentasyonuna ve patolojik bulguların hekim müdahalesinden bağımsız olarak otonom biçimde tespit edilmesine imkân tanımaktadır.(Faur, Buzaş, Lăzărescu, & Ghenciu, 2024; Iruvuri et al., 2023; Wei et al., 2024). Bu teknolojik birleşim, klinik karar destek sistemleri oluşturarak

hekimin iş yükünü hafifletmekte ve teşhis güvenilirliğini en üst düzeye çekmektedir(Wei et al., 2024).

Sonuç itibarıyla bu kitap bölümünün temel amacı, ağız, diş ve çene radyolojisinde USG'nin çalışma prensiplerini ve ileri düzey YZ entegrasyonu ile birleştğinde ortaya çıkacak klinik sinerjiyi okuyucuya bütünsel bir perspektifle sunmaktır. Bölümün ilerleyen kısımlarında, bu modern yaklaşımın ışığında; majör ve minör tükürük bezleri, temporomandibular eklem (TME) rahatsızlıkları, masseter hipertrofisi ve lenf nodu patolojileri gibi spesifik klinik alanlardaki USG bulguları kapsamlı şekilde incelenecek ve bu dokularda otonom lezyon tespiti ve sınıflandırması yapan en güncel YZ uygulamalarına odaklanılarak hekimler için yenilikçi bir yol haritası çizilecektir.

2. ULTRASONOGRAFİNİN TEMEL PRENSİPLERİ

İnsan işitme eşiğinin (30 Hz - 20 kHz) ötesindeki ses frekanslarını kullanan ultrasonografi, diş hekimliği ve maksillofasiyal radyoloji alanlarında yumuşak ve sert doku değerlendirmesinde kritik bir görüntüleme yöntemi olarak kabul görmektedir. Bu teknolojinin fiziksel temeli, yüksek frekanslı ses dalgalarının üretimi ile doku ara yüzeylerinden yansıyan eko sinyallerinin algılanmasını mümkün kılan piezoelektrik etkiye dayanmaktadır. Transduser içerisinde konumlanan ve günümüzde ağırlıklı olarak kurşun zirkonat titanat (PZT) bileşiğinden üretilen piezoelektrik kristaller, uygulanan elektrik alanı altında mekanik deformasyon geçirerek elektrik enerjisini akustik dalgalara dönüştürmektedir. Buna karşılık, biyolojik dokulardan geri yansıyan ses dalgalarının aynı kristaller üzerine ilettiği mekanik enerji, ters piezoelektrik etki aracılığıyla elektrik sinyallerine çevrilerek anatomik yapıların görüntülenmesini sağlamaktadır.(Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

Üretilen bu ses dalgaları çene-yüz bölgesindeki dokularda ilerlerken yansıma, kırılma, absorpsiyon ve zayıflama (attenuation) gibi çeşitli fiziksel etkileşimlere uğrarlar(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Rama Mohan et al., 2015).

Görüntü oluşumundaki en kritik faktör, dokuların yoğunluğuna bağlı olan ve ses dalgalarının yayılmasına karşı gösterilen direnci ifade eden "Akustik Empedans" (Acoustic Impedance) kavramıdır(Evirgen & Kamburoğlu, 2016). Yumuşak doku ile kemik veya hava arasındaki akustik empedans farkı çok yüksek olduğu için, kemik ve hava ultrason ışınları için mutlak birer bariyer görevi görür(Rama Mohan et al., 2015).

Katı ve yoğun yapılar olan kemikler veya tükürük bezi taşları (sialolitler) ses dalgalarını büyük oranda yansıtarak ekranda parlak beyaz renkte izlenirken, ses dalgalarının bu sert yapıların arkasına geçememesi nedeniyle alt kısımlarında siyah renkli belirgin bir "akustik gölgelenme" (acoustic shadowing) artefaktı meydana gelir. Bu fiziksel prensip, yumuşak doku-kemik sınırında güçlü yansımalar yaratarak kemik içi yapıların ultrasonla görüntülenmesini sınırlar(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Rama Mohan et al., 2015).

Ultrasonografik görüntülemeye kaliteyi belirleyen bir diğer temel unsur ise frekans, çözünürlük ve doku penetrasyonu arasındaki hassas dengedir. Çene-yüz radyolojisinde ultrason frekansları genel olarak 2 ile 20 MHz arasında değişmekte olup, frekans seçimi incelenecek lezyonun derinliğine ve aradaki dokuların zayıflatma (attenuation) etkisine bağlı olarak yapılmalıdır. Yüksek frekanslı problemler yüksek eksenel ve lateral çözünürlük sağlasa da, doku penetrasyon derinliği ile frekans arasında ters bir orantı bulunur (Rama Mohan et al., 2015).

Ağız, diş ve çene radyolojisinde; tükürük bezleri, temporomandibular eklem (TME) ve masseter kası gibi yüzeyel yapıların incelenmesinde genellikle 7.5-15 MHz (veya 18 MHz'e

kadar çıkabilen) yüksek çözünürlüklü lineer problemler tercih edilir(Maranini et al., 2022). Bu yüksek frekanslı lineer problemler, ağız boşluğu ve yüz bölgesindeki farklı anatomik katmanların ve yüzeysel patolojilerin oldukça yüksek hassasiyetle değerlendirilmesine olanak tanır(Pacheco-Pereira et al., 2026; Rama Mohan et al., 2015).

Klinikte maksillofasial yapıların anatomik değerlendirmesinde en sık kullanılan B-Mod (Brightness mode) gri skala görüntüleme, dokuların ekojenitelerine (ses dalgalarını yansıtma kapasitelerine) dayanır. Örneğin, yüksek yansıtıcılığa sahip kondil ve kemik yüzeyleri hiperekoik (parlak beyaz) olarak izlenirken; kaslar, eklem kapsülü ve bağ dokuları izoekoik (orta dereceli yansıma, gri) formda görülür. Kistler, apseler veya ödem gibi sıvı içeren ve ses dalgalarını yansıtmadan ileten yapılar ise hipoekoik veya anekoik (siyah) olarak görüntülenir(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Maranini et al., 2022)

B-Mod görüntülemeye ek olarak, çene-yüz bölgesindeki lezyonların vaskülarizasyonunu ve hemanjiyom gibi vasküler malformasyonları değerlendirmede Renkli Doppler (Color Doppler) ve Güç Doppleri (Power Doppler) modları kritik bir role sahiptir(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Pacheco-Pereira et al., 2026). Doppler ultrasonografi, kan damarlarındaki hareketli kan hücrelerini hedef alarak akım yönünü ve hızını tespit eder; proba doğru olan akımlar kırmızı, uzaklaşan akımlar ise mavi renkte kodlanır(Rama Mohan et al., 2015).

3. DENTOMAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE USG KULLANIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Tıbbi (USG) keşfi ve diş hekimliği ile çene-yüz (dentomaksillofasial) radyolojisi alanına entegrasyonu, teknolojinin ve klinik vizyonun paralel olarak ilerlediği uzun bir tarihsel süreçten geçmiştir. Kemik yapılarının ve hava

boşluklarının ses dalgaları için doğal bir bariyer oluşturması nedeniyle, ultrasonun maksillofasiyal bölgedeki kabulü tıbbın diğer alanlarına kıyasla daha geç ve kademeli olmuştur. Ancak yıllar içinde kaydedilen teknolojik ilerlemeler, bu engellerin aşılaraq USG'nin vazgeçilmez bir tanı aracı haline gelmesini sağlamıştır(Rama Mohan et al., 2015).

Yumuşak doku lezyonlarının değerlendirilmesi açısından en önemli tarihi dönüm noktalarından biri ise 1978 yılında yaşanmış; ultrasonun bir parotis bezi taşını (sialolit) tanımlamak ve yerini belirlemek amacıyla ilk kullanımı Pickrell tarafından literatüre sunulmuştur(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Rama Mohan et al., 2015).

3.1. Teknolojik Eşikler ve Gri Skala: A-Mod'dan B-Mod'a Geçiş

Ultrason teknolojisindeki en büyük devrim, görüntüleme modlarındaki evrimdir. Tıbbi (USG), 1949 yılında John Wild ve Donald Neal'ın tek yönlü A-Mod (Amplitude mode) ultrason üzerine yayımladıkları çalışmalarla başlamıştır. A-Mod, yalnızca yankıların genliğini grafiksel olarak sunan ve anatomik detay sağlamayan kısıtlı bir yöntemdi. Daha sonra Wild ve John Reid, elde taşınabilir ilk lineer B-Mod (Brightness mode) cihazını geliştirerek dokuların iki boyutlu kesitlerinin alınmasına olanak tanımıştır. Gerçek zamanlı gri skala B-Mod USG geliştirilmesi, oral ve maksillofasiyal radyoloji alanında geniş çaplı bir uygulama alanı bulmasını sağlamıştır. Bu teknolojik eşik; radyografik yöntemlerde karşılaşılan anatomik süperpozisyon sorununu ortadan kaldırmış, maksillofasiyal bölgenin yumuşak doku patolojilerinin ve kistik lezyonlarının distorsiyon olmaksızın detaylı ve dinamik bir biçimde görüntülenmesini mümkün kılmıştır(Rama Mohan et al., 2015).

4. DENTOMAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE USG'NİN KLİNİK UYGULAMA ALANLARI

4.1. Tükürük Bezi Hastalıkları

Ultrasonografi (USG), yüzeyel anatomik yerleşimleri nedeniyle parotis ve submandibular gibi majör tükürük bezlerinin değerlendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Sialadenit gibi akut enflamatuvar süreçlerde, bezin normal homojen ve parlak ekojenitesi kaybolur; süpüratif durumlarda ve apse formasyonlarında lezyonlar, belirgin sınırlara sahip hipoekoik veya anekoik sıvı koleksiyonları ve içlerinde hiperreflektif gaz kabarcıkları şeklinde izlenir(Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

Tükürük bezi taşlarının (sialolitiazis) teşhisinde USG'nin duyarlılığı (%71-94) ve özgüllüğü (%80-97) oldukça yüksektir. Taşlar, ultrasonografik olarak arkalarında tipik ve güçlü bir "akustik gölge" (acoustic shadowing) bırakan hiperekoik odaklar şeklinde tespit edilir(Rama Mohan et al., 2015).

Tükürük bezi tümörlerinin benign-malign ayrımında USG kritik bir rol oynar. En sık görülen benign tümör olan Pleomorfik Adenom, tipik olarak iyi sınırları olan, lobüle konturlu, hipoekoik yapıda ve " posterior akustik güçlenme" (posterior acoustic enhancement) gösteren bir kitle olarak izlenirken, Renkli Doppler incelemesinde belirgin bir vaskülarizasyon göstermez. Diğer bir benign lezyon olan Warthin Tümörü ise sıklıkla oval, iyi sınırlı, içerisinde anekoik alanlar barındıran ve Doppler'de hipervasküler karakterde izlenen bir lezyondur(Lorenzon et al., 2022).

Buna karşılık, mukoepidermoid karsinom veya adenoid kistik karsinom gibi malign tümörler düzensiz kenar yapısı, heterojen iç ekojenite ve Doppler USG'de "polar damar" (polar vessel) gibi düzensiz, kaotik vaskülarizasyon paternleri sergiler(Lorenzon et al., 2022; Su et al., 2025).

4.2. Temporomandibular Eklem (TME)

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), temporomandibular eklem (TME) patolojilerinde geleneksel olarak referans standart kabul edilse de; USG, düşük maliyeti, klostrofobik veya pediatrik hastalarda kolay tolere edilebilirliği ve en önemlisi dinamik görüntüleme olanağı sunmasıyla öne çıkmaktadır(Maranini et al., 2022).

Yüksek çözünürlüklü USG, ağız açık ve kapalı pozisyonlarda kondil başı ile artiküler disk arasındaki ilişkinin dinamik olarak değerlendirilmesini sağlar. Özellikle redüksiyonsuz anterior disk deplasmanlarının saptanmasında yüksek çözünürlüklü USG'nin tanısal güvenilirliği oldukça yüksektir(Rama Mohan et al., 2015).

Eklem boşluğundaki efüzyon, USG'de kapsüler aralığın genişlemesi (>2 mm) ve eklem aralığında "anekoik" sıvı birikimi olarak rahatlıkla saptanabilir. Bunlara ek olarak, osteoartritik değişikliklere bağlı kondiler korteks erozyonları da kortikal yüzeydeki hiperekoik devamlılığın bozulmasıyla tespit edilebilir(Maranini et al., 2022).

TME fonksiyonunu doğrudan etkileyen masseter kası hipertrofisi veya miyofasiyal ağrı sendromu gibi durumlarda, normalde hiperekoik fasyal bantlar içeren izoekoik kas dokusu değerlendirilir; enflamatuar durumlarda kasın ekojenitesi düşer ve normal fasyal bant görünümü kaybolur(Maranini et al., 2022).

4.3. Vasküler Lezyonlar ve Yumuşak Doku Patolojileri

Çene-yüz bölgesindeki vasküler anomalilerin, özellikle hemanjiyomlar ile venöz/lenfatik malformasyonların ayırıcı tanısında Renkli Doppler USG vazgeçilmezdir. Proliferatif evredeki hemanjiyomlar USG'de yüksek damar yoğunluğuna sahip ve Doppler'de yüksek akım hızı veren hipervasküler solid kitleler olarak izlenir(Rama Mohan et al., 2015). Buna karşın

venöz malformasyonlar; içinde anekoik vasküler boşluklar barındıran, düşük akımlı veya durgun kan akışına sahip, hipoeikoik ve heterojen lezyonlar olarak ayırt edilir.

Yüzeyel yumuşak dokunun non-vasküler kitlelerinden olan tiroglossal kistler arka planda akustik güçlenme (posterior akustik parıldama) veren, iyi sınırlı anekoik yapılar olarak görülür. Dermoid ve epidermoid kistler genellikle ağız tabanı orta hatta yerleşimli olup, içerdikleri keratin veya sebase debris nedeniyle psödo-solid (heterojen hipoeikoik) bir görünüme sahip olabilirler. Tükürük bezi kökenli kistik lezyonlardan olan ranulalar ise Doppler sinyali barındırmayan, düzgün sınırlı, anekoik veya homojen hipoeikoik sıvı koleksiyonları şeklinde karşımıza çıkar(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Rama Mohan et al., 2015).

4.4. Lenf Nodu Değerlendirmesi

Baş-boyun bölgesi tümörlerinin evrenlenmesinde servikal lenfadenopatilerin (LAP) doğru değerlendirilmesi hasta prognozu açısından kritiktir. USG, benign reaktif lenf nodları ile malign (metastatik) lenf nodlarını ayırmada spesifik morfolojik ve vasküler kriterler sunar. Benign reaktif lenf nodları tipik olarak oval geometride (uzun eksen/kısa eksen- L/S oranı> 2) olup, santral yerleşimli hiperekoik hiluslarını korurlar. Lenf noduna metastatik hücre infiltrasyonu başladığında ise nodun geometrisi yuvarlaklaşır (L/S oranının 2'nin veya 3.5'in altına düşmesi), hiperekoik hilus yapısı kaybolur ve asimetric kortikal kalınlaşmalar gözlenir. Morfolojik olarak tümör nekrozuna sekonder gelişen kistik (anekoik) alanlar veya keratinizasyona bağlı heterojeniteler malignite şüphesini artırır. Renkli ve Güç Doppleri kullanılarak yapılan vasküler değerlendirmede; benign nodlar düzenli santral kanlanma gösterirken, malign nodlar anjiyogenez kaynaklı düzensiz, kaotik veya periferik

vaskülarizasyon paternleri sergiler(Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Rama Mohan et al., 2015).

5. DENTOMAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE USG'NİN AVANTAJLARI

5.1. Radyasyon Güvenliği

USG'nin en temel üstünlüklerinden biri, iyonizan radyasyon içermemesidir. Bu özellik, USG'yi hamile kadınlarda ve pediatrik (çocuk) hastalarda yüzeysel lezyonların incelenmesinde ilk tercih edilen güvenilir yöntem yapmaktadır(Faur et al., 2024; Maranini et al., 2022). Maksillofasiyal bölgede sık takip gerektiren kronik enflamatuvar süreçlerin (örneğin rekürrent siyaloadenit veya juvenil idiyopatik artrit) izlenmesinde, tekrarlayan çekimlerin yarattığı radyasyon yükünü ve biyolojik riskleri tamamen ortadan kaldırır(Maranini et al., 2022).

5.2. Dinamik Görüntüleme

BT ve MRG genellikle statik kesitsel görüntüler sağlarken, USG klinisyene eş zamanlı ve dinamik bir değerlendirme olanağı sunar(Maranini et al., 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026). Bu gerçek zamanlı inceleme yeteneği, özellikle temporomandibular eklem (TME) rahatsızlıklarında paha biçilmezdir. Ağız açma ve kapama fonksiyonları sırasında kondil başının translasyonu ile artiküler diskin hareketleri anlık olarak izlenebilmektedir. Benzer şekilde, masseter ve diğer çiğneme kaslarının fonksiyonel kasılmaları, fasyal bant yapıları dinamik olarak değerlendirilebilmektedir(Maranini et al., 2022).

5.3. Klinik Kolaylık ve Ulaşılabilirlik

BT ve MRG, yüksek maliyetli donanımlara, özel tesislere ve uzun çekim sürelerine (örneğin MRG için 20-45 dakika) ihtiyaç duyarken; USG maliyet etkin ve ulaşılabilir(Maranini

et al., 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026). Portatif ve elde taşınabilir cihaz formlarının gelişmesi, USG'nin hasta başında hızlı ve pratik bir şekilde uygulanmasını sağlamıştır(Pacheco-Pereira et al., 2026). Ayrıca, MRG taramaları ağırlı TME hastaları için uzun süreli ağız açık pozisyonda sabit kalmayı gerektirebilirken, klostrofobi olan hastalar veya kalp pili gibi ferromanyetik cihaz taşıyanlar için kontrendikasyon oluşturabilmektedir(Faur et al., 2024; Maranini et al., 2022). USG ise bu hasta gruplarında yüksek konfor sunan, 10-15 dakika gibi kısa sürelerde tamamlanabilen, risksiz ve tolere edilebilir bir alternatiftir(Maranini et al., 2022).

6. DENTOMAKSİLLOFASİYAL BÖLGEDE USG'NİN SINIRLILIKLARI

6.1. Kemik Bariyeri ve Akustik Gölgeleme

Ses dalgalarının yayılımı sırasında yumuşak doku ile kemik arasındaki akustik empedans (direnç) farkının çok yüksek olması, USG'nin en büyük kısıtlılığdır. Kortikal kemikler ve hava boşlukları, ultrason dalgaları için mutlak birer bariyer görevi görerek gelen ses dalgalarının neredeyse tamamını geri yansıtır. Bu fiziksel durum nedeniyle, mandibula ve maksilladaki kemik içi (intraosseöz) kistler ve tümörler USG ile değerlendirilemez (Rama Mohan et al., 2015).

6.2. Derin Dokuların İncelenmesi

Ultrasonografik görüntülemeye probun frekansı arttıkça uzamsal çözünürlük yükselir, ancak ses dalgalarının doku içindeki zayıflaması (attenuation) artacağı için "penetrasyon derinliği" azalır(Rama Mohan et al., 2015). Bu fiziksel ters orantı kuralı; kafa tabanına komşu lezyonların, retrofaringeal gibi derin boyun fasyal localarının veya parotis bezinin derin lobunda yer alan tümörlerin yüksek çözünürlüklü değerlendirilmesini

sınırlandırmakta ve bu derin yapılarda BT veya MRG'ye başvurulmasını zorunlu kılmaktadır(Faur et al., 2024; Rama Mohan et al., 2015).

6.3. Operatör Bağımlılık

USG; donanımsal kalitenin yanı sıra incelemeyi yapan hekimin klinik anatomik bilgisine, tecrübesine ve el yatkınlığına son derece bağımlı olan öznel bir yöntemdir(Pacheco-Pereira et al., 2026; Su et al., 2025). Probun cilde yerleştirilme açısı ve uygulanan basınç miktarı, lezyonların ekranda farklı görülmesine yol açabilir ve standardizasyonu ciddi şekilde zorlaştırır(Maranini et al., 2022; Pacheco-Pereira et al., 2026).

7. YAPAY ZEKANIN DENTOMAKSİLLOFASİYAL USG GÖRÜNTÜLERİNE ENTEGRASYONU

Modern tıp pratiği, özellikle tanısal tıbbi görüntüleme alanında yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu ile birlikte köklü ve devrimsel bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Tarihsel olarak bakıldığında, tıbbi görüntüleme yöntemleri büyük ölçüde insan uzmanların öznel görsel yorumlarına dayanmış; bu durum da yorgunluk, bilişsel önyargılar ve hekimler arası deneyim farklılıkları gibi doğal riskleri beraberinde getirmiştir. Yapay zekânın sağlık hizmetlerine ve klinik ekosisteme girişi, karmaşık tanısal süreçleri otonom hale getirerek, insan gözünden kaçabilecek en ince anomalileri dahi tespit etme ve tedavi sonuçlarını yüksek bir kesinlikle öngörme potansiyeli sunmuştur(Iruvuri et al., 2023). Bu geniş çaplı teknolojik dönüşümün en büyük yararlanıcılarından biri şüphesiz radyoloji disiplini olmuştur. Yapay zekâ sistemlerinin, dijital olarak kodlanmış devasa boyuttaki görsel verileri hızla işleme ve analiz etme kapasitesi, hastalıkların erken evrede saptanmasını kolaylaştırmış ve giderek karmaşıklaşan klinik tanı iş akışlarını daha verimli hale getirmiştir. Tıbbi görüntülemedeki bu

paradigma değişimi, yalnızca donanımsal veya yazılımsal bir güncelleme olmanın ötesine geçerek, patolojik yapıların nasıl kavramsallaştırıldığı ve teşhis edildiği konusunda temel bir analitik değişim yaratmış, böylece kişiselleştirilmiş ve kanıta dayalı hassas tıp uygulamalarının önünü açmıştır(Faur et al., 2024).

Bu teknolojik evrimi tam anlamıyla idrak edebilmek için, genellikle birbirinin yerine kullanılan ancak hiyerarşik olarak iç içe geçmiş kavramlar olan yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme arasındaki temel ayrımları netleştirmek gerekmektedir. Yapay zekânın temel bir alt kümesi olarak kabul edilen makine öğrenmesi, bilgisayar modellerinin önceden belirlenmiş katı kurallarla açıkça programlanmasına gerek kalmadan, devasa veri setleri içindeki örüntüleri tanıyarak öğrenmesini ve öngörülerde bulunmasını sağlayan algoritmik bir yaklaşımdır. Görüntü analizindeki ilk makine öğrenmesi uygulamaları, doku, şekil, sınır düzensizlikleri ve istatistiksel tanımlayıcılar gibi özelliklerin alan uzmanları tarafından manuel olarak mühendislik süreçlerinden geçirilmesine ve ardından bu verilerin destek vektör makineleri gibi klasik sınıflandırıcılara dayanmaktadır(Jin et al., 2025). Ancak, manuel olarak oluşturulan bu özelliklere olan mutlak bağımlılık, modellerin temsil kapasitesini ve farklı klinik ortamlardaki genellenebilirliğini ciddi şekilde sınırlandırmıştır.

Derin öğrenme ise, insan beyninin nöral mimarisinden ilham alan çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak, makine öğrenmesinin en özelleşmiş ve ileri düzey dalı olarak ortaya çıkmıştır. Derin öğrenme yelpazesi içerisinde, CNN görüntü analizi konusunda tartışmasız bir üstünlük kurmuştur. Geleneksel makine öğrenmesinin aksine bu ağlar, ham piksel verilerinden doğrudan ve uçtan uca öğrenme yeteneğine sahiptir. Bu mimariler, ilk katmanlarda basit kenar ve çizgileri, daha derin katmanlarda ise karmaşık patolojik dokuları otonom olarak

çıkaran evrişim filtreleri kullanarak, tıbbi görüntülerin doğasında bulunan ince anatomik ve lezyon detayları eşsiz bir başarıyla çözümlemektedir(Faur et al., 2024; Jin et al., 2025).

Derin öğrenme ve CNN ağlarının bu üstün analitik yetenekleri, iyonizan radyasyon içermemesi, maliyet etkinliği, taşınabilirliği ve gerçek zamanlı dinamik görüntüleme sunması gibi sayısız avantajı nedeniyle dünya çapında en sık başvurulmuş yöntemlerden biri olan USG alanında kritik bir uygulama alanı bulmuştur. Tüm bu klinik avantajlarına rağmen ultrasonografi görüntülemesi; düşük sinyal-gürültü oranı, akustik gölgelenmeler ve en önemlisi son derece yüksek operatör bağımlılığı gibi ciddi fiziksel ve pratik sınırlılıklara sahiptir. Bir ultrason muayenesinin tanısal doğruluğu; probun cilde yerleştirilme açısı, uygulanan basınç ve değerlendirmeyi yapan hekimin bireysel tecrübesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu durum, kaçınılmaz olarak gözlemciler arası ve gözlemci içi değişkenliklere, öznel yorumlamalara ve standardizasyon eksikliklerine yol açmaktadır(Zhao et al., 2025).

Geleneksel ultrasonografinin doğasındaki bu zafiyetleri gidermek amacıyla, derin öğrenme ve sinir ağı mimarilerinden güç alan Bilgisayar Destekli Tanı sistemleri geliştirilmiştir. Bu akıllı sistemler, yorulmak bilmeyen, tamamen nesnel ve tutarlı birer ikinci değerlendirici veya karar destek mekanizması olarak işlev görmektedir. Yapay zekâ destekli bu sistemler, insan gözünün algılamakta zorlanabileceği veya gözden kaçırabileceği karmaşık piksel örüntülerini ve derin özellikleri hızla analiz ederek, operatörün deneyim seviyesinden bağımsız, standardize edilmiş, insan kaynaklı yorgunluk ve hata payını minimuma indiren ve tekrarlanabilirliği yüksek tanısal çıktılar sunmaktadır(Iruvuri et al., 2023; Zhao et al., 2025).

Özelleşmiş bir alt disiplin olan dentomaksillofasiyal radyoloji alanına inildiğinde, yapay zekâ destekli ultrasonografinin entegrasyonu, özellikle majör tükürük bezi

lezyonlarının değerlendirilmesinde tanısal iş akışını temelden değiştiren bir katalizör görevi görmüştür. Parotis bezi tümörleri, barındırdıkları çok çeşitli histolojik alt tipler ve cerrahi planlama aşamasında fasiyal sinir hasarı gibi ciddi morbiditelerden kaçınmak için benign ile malign kitlelerin ameliyat öncesinde kesin bir biçimde ayırt edilmesinin zorunluluğu nedeniyle eşsiz bir klinik zorluk sunar. Derin öğrenme algoritmaları, ultrason görüntülerinden bu tümörlerin otonom olarak segmentasyonu ve sınıflandırılması amacıyla yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. ResNet18 gibi gelişmiş mimariler ve Deeplabv3 gibi otomatik segmentasyon modelleri, tümör sınırlarını insan müdahalesine gerek kalmadan hassasiyetle çizme ve maligniteye işaret eden içsel yankı düzensizliklerini saptama konusunda olağanüstü bir başarı göstermiştir. Bu derin öğrenme modelleri klinisyenlere asistanlık etmek üzere kullanıldığında, her tecrübe seviyesinden hekimin tanısal performansında gözle görülür bir yükselme yaşanmaktadır. (Faur et al., 2024; Wei et al., 2024).

Dentomaksillofasiyal bölgede makine öğrenmesinin daha da spesifik ve hayati bir diğer uygulaması, adenoid kistik karsinom tanısında karşımıza çıkmaktadır. Görülme sıklığının düşük olması ve radyolojik görüntüleme özelliklerinin diğer tükürük bezi tümörleriyle büyük ölçüde örtüşmesi nedeniyle, adenoid kistik karsinomun konvansiyonel ultrasonografi kullanılarak ameliyat öncesi dönemde doğru bir şekilde teşhis edilmesi klinik açıdan son derece zorludur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için araştırmacılar, hastaların klinik verilerini ve ultrasonografiye özgü fare kuyruğu işareti ile polar damarlanma gibi spesifik görüntüleme biyobelirteçlerini harmanlayan makine öğrenmesi modelleri geliştirmişlerdir. Özellik seçimi için regresyon algoritmaları gibi istatistiksel teknikler kullanılarak en ayırt edici verilerin filtrelendiği bu süreçte, çok çeşitli makine öğrenmesi modelleri eğitilmiştir. Bu modeller, klinisyenlere adenoid kistik karsinomu otonom bir

şekilde teşhis etmelerini sağlayan yüksek doğruluklu, girişimsel olmayan bir karar destek mekanizması sunarak cerrahi ve terapötik planlamayı ciddi şekilde optimize etmektedir(Su et al., 2025).

Çerçeveyi daha geniş baş-boyun bölgesine doğru genişlettiğimizde, yapay zekâ destekli ultrasonografinin tiroid nodüllerinin risk sınıflandırması ve servikal lenf nodu metastazlarının değerlendirilmesi üzerinde ne denli derin bir etki yarattığı görülmektedir. Tiroid nodüllerinin ameliyat öncesi dönemde benign, metastatik olmayan malign ve metastatik malign kategorilerine kesin bir biçimde ayrılması; cerrahi yaklaşımın sınırlarını, boyun diseksiyonu gerekliliğini ve hastanın sağkalım prognozunu belirleyen en temel faktördür. Bu bağlamda geliştirilen derin öğrenme modelleri, mikro kalsifikasyonlar, düzensiz sınırlar ve değişmiş ekojenite gibi karmaşık özellikleri otomatik olarak çıkarmaktadır. İleri düzey mimarileri kullanan bu çok modlu yapay zekâ ağları, yalnızca görüntü analizi yapmakla yetinmez; aynı zamanda çapraz dikkat mekanizmaları sayesinde ameliyat öncesi ultrason görüntülerini klinik raporlar ve demografik hasta verileriyle birleştirerek lateral lenf nodu metastazını olağanüstü bir kesinlikle tahmin edebilir. Ampirik veriler, bu tür yapay zekâ tanı modellerinin sınıflandırma doğruluğu, duyarlılık ve özgüllük açısından hem asistan hem de kıdemli radyologlardan sürekli olarak daha üstün performans gösterdiğini, gereksiz veya yanlış biyopsi oranlarını ciddi şekilde azalttığını ve hassas onkolojik uygulamalar için son derece güvenilir bir temel sağladığını kanıtlamaktadır(de Oliveira Andrade et al., 2025; Jin et al., 2025; Zhao et al., 2025).

Tüm bu gelişmelere karşın, yapay zekânın dentomaksillofasiyal ultrasonografiye entegrasyonu klinik pratikte henüz tam anlamıyla yer bulamamıştır; bunun başlıca nedeni, derin öğrenme modellerinin içsel karar mekanizmalarının insan klinisyenler tarafından anlaşılamamasıdır. 'Kara kutu'

olarak adlandırılan bu şeffaflık sorunu, hekimlerin yapay zekâ kaynaklı tanıları güvenle doğrulamasını ve hastalara açıklamasını güçleştirerek ciddi etik ve hukuki sorunlar doğurmaktadır. Öte yandan, dentomaksillofasiyal patolojilerin görece nadir görülmesi nedeniyle mevcut modeller çoğunlukla küçük ve tek merkezli veri setleriyle eğitilmekte; bu durum algoritmik önyargı ve aşırı öğrenme riskini artırarak modellerin farklı hasta popülasyonları ve ultrason cihazları arasında genellenebilirliğini zayıflatmaktadır. Bu sınırlılıkların aşılması, kararlarını gerekçelendirebilen açıklanabilir yapay zekâ sistemlerinin ve çok merkezli büyük ölçekli modellerin geliştirilmesine bağlıdır. Bu hedeflere ulaşılan dek yapay zekâ, otonom bir tanı otoritesi olmaktan ziyade hekimin klinik kararını destekleyen güçlü bir yardımcı araç olarak işlev görmeye devam edecektir(Faur et al., 2024; Jin et al., 2025; Zhao et al., 2025).

8. SONUÇ

Ağız, diş ve çene radyolojisinde ultrasonografi (USG), radyasyon içermeyen dinamik yapısıyla giderek önem kazanan bir görüntüleme yöntemi olup; bu bölümde ele alınan temel fiziksel özelliklerinden en karmaşık yapay zekâ entegrasyonlarına kadar uzanan yenilikçi yelpazesıyla tanısal süreçleri kökten dönüştürme potansiyeline sahiptir(Iruvuri et al., 2023). Bölüm boyunca detaylıca işlendiği üzere; tükürük bezi tümörlerinin ve enflamatuvar hastalıklarının teşhisi, temporomandibular eklem (TME) dinamiklerinin gerçek zamanlı ve non-invaziv izlenmesi, baş-boyun lenf nodu metastazlarının morfolojik olarak değerlendirilmesinde USG'nin sahip olduğu klinik değer son derece yüksektir(Faur et al., 2024; Maranini et al., 2022; Zhao et al., 2025).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi ileri kesitsel görüntüleme modalitelerine

kıyasla USG; iyonizan radyasyon içermemesi, hasta başında ve kloströfobik kısıtlamalar olmaksızın hızlıca uygulanabilmesi gibi özellikleriyle günlük klinik pratikte benzersiz bir avantaja sahiptir(Maranini et al., 2022; Rama Mohan et al., 2015).

Son yıllarda bu modalitenin taşıdığı yüksek potansiyel, yapay zekâ (YZ) ve özellikle derin öğrenme algoritmalarının entegrasyonu ile klinik sınırların çok ötesine taşınmış ve çene-yüz radyolojisi için gerçek bir devrime dönüşmüştür(Jin et al., 2025). Geleneksel ultrasonografinin en büyük zayıflığı olan operatör bağımlılığı ve gözlemciler arası tutarsızlık, evrişimli sinir ağları (CNN) kullanan akıllı sistemler sayesinde ciddi biçimde azalmaya başlamıştır. YZ sistemleri, karmaşık ultrason piksellerini otonom olarak analiz ederek; tükürük bezi kitlelerinde benign-malign ayrımının yüksek hassasiyetle yapılması, lenf nodlarındaki metastatik özelliklerin otomatik saptanması ve Sjögren sendromu gibi sistemik hastalıklarda parankimal hasarın nesnel bir biçimde skorlanması süreçlerini otomatize etmektedir(Lorenzon et al., 2022; Wei et al., 2024; Zhao et al., 2025).

Bu dönüşüm sayesinde daha az deneyimli hekimlerin bile uzman radyologlar düzeyinde tanısal doğruluğa ulaşması mümkün olmakta; lezyon sınırlarının saptanmasından risk sınıflandırmasına kadar tüm süreçlerde standardizasyon sağlanarak başarı oranları çarpıcı biçimde artmaktadır(de Oliveira Andrade et al., 2025; Iruvuri et al., 2023)

Alanın geleceğine bakıldığında, sadece görüntüleri değil hastanın tüm klinik verilerini harmanlayabilen çok modlu (multimodal) büyük temel modellerin ve kararlarını açıklayabilen şeffaf YZ mimarilerinin geliştirilmesiyle bu zorlukların üstesinden gelineceği öngörülmektedir. Sonuç itibarıyla diş hekimliği ve çene-yüz radyolojisi pratiğinde USG ve YZ birlikteliği; hekimin yerini alan bağımsız bir sistemden ziyade,

onun tanısal keskinliğini artıran, gereksiz biyopsi işlemlerini azaltan, hasta prognozunu iyileştiren ve karar süreçlerini hızlandıran eşsiz bir akıllı klinik asistan olarak vazgeçilmez bir konum edinecektir(de Oliveira Andrade et al., 2025; Wei et al., 2024).

KAYNAKÇA

- de Oliveira Andrade, L. J., Matos de Oliveira, G. C., Nunes Carneiro Andrade, J. C., Vinhaes Bittencourt, A. M., de Figueiredo, A. M., & de Oliveira, L. M. (2025). Enhancing Diagnostic Precision in Thyroid Nodule Classification: A Deep Learning Approach to Automated Ultrasound Image Analysis. *medRxiv*, 2025.2002.2005.25321737.
- Evirgen, Ş., & Kamburoğlu, K. (2016). Review on the applications of ultrasonography in dentomaxillofacial region. *World J Radiol*, 8(1), 50-58. doi:10.4329/wjr.v8.i1.50
- Faur, A. C., Buzaş, R., Lăzărescu, A. E., & Ghenciu, L. A. (2024). Current Developments in Diagnosis of Salivary Gland Tumors: From Structure to Artificial Intelligence. *Life (Basel)*, 14(6). doi:10.3390/life14060727
- Iruvuri, A. G., Miryala, G., Khan, Y., Ramalingam, N. T., Sevugaperumal, B., Soman, M., & Padmanabhan, A. (2023). Revolutionizing Dental Imaging: A Comprehensive Study on the Integration of Artificial Intelligence in Dental and Maxillofacial Radiology. *Cureus*, 15(12), e50292. doi:10.7759/cureus.50292
- Jin, T., Yu, X., Ai, Z., & Guo, H. (2025). Artificial Intelligence in Ultrasound Imaging: A Review of Progress from Machine Learning to Large Language Model. *Advanced Ultrasound in Diagnosis and Therapy*, 9(4), 483-496. doi:10.26599/AUDT.2025.250104
- Lorenzon, M., Spina, E., Tulipano Di Franco, F., Giovannini, I., De Vita, S., & Zabotti, A. (2022). Salivary Gland Ultrasound in Primary Sjögren's Syndrome: Current and

- Future Perspectives. *Open Access Rheumatol*, 14, 147-160. doi:10.2147/oarr.S284763
- Maranini, B., Ciancio, G., Mandrioli, S., Galiè, M., & Govoni, M. (2022). The Role of Ultrasound in Temporomandibular Joint Disorders: An Update and Future Perspectives. *Front Med (Lausanne)*, 9, 926573. doi:10.3389/fmed.2022.926573
- Pacheco-Pereira, C., Villarey, S., Math, S. Y., Lehmann, K., Figueredo, C. A., & Almeida, F. T. (2026). Investigating the Role of Ultrasound in the Diagnosis of Oral Lesions: A Scoping Review. *Oral Dis*, 32(2), 359-383. doi:10.1111/odi.70107
- Rama Mohan, K., Koteswara Rao, N., Leela Krishna, G., Santosh Kumar, V., Ranganath, N., & Vijaya Lakshmi, U. (2015). Role of ultrasonography in oral and maxillofacial surgery: a review of literature. *J Maxillofac Oral Surg*, 14(2), 162-170. doi:10.1007/s12663-014-0616-x
- Su, H. Z., Li, Z. Y., Hong, L. C., Wu, Y. H., Zhang, F., Zhang, Z. B., & Zhang, X. D. (2025). Machine learning model for diagnosing salivary gland adenoid cystic carcinoma based on clinical and ultrasound features. *Insights Imaging*, 16(1), 96. doi:10.1186/s13244-025-01974-y
- Wei, W., Xu, J., Xia, F., Liu, J., Zhang, Z., Wu, J., . . . Zhang, X. (2024). Deep learning-assisted diagnosis of benign and malignant parotid gland tumors based on automatic segmentation of ultrasound images: a multicenter retrospective study. *Front Oncol*, 14, 1417330. doi:10.3389/fonc.2024.1417330
- Zhao, X., Zhang, G., Shen, X., Jin, D., Wei, Y., Zhang, Y., . . . Yang, X. (2025). Thyroid nodule and lymph node metastasis assessment from ultrasound images using deep

learning. *Front Neurosci*, 19, 1684104.
doi:10.3389/fnins.2025.1684104

DENTAL MUAYENE SÜRECİNDE KAYGI DAVRANIŞLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER İLE ANALİZİ

Utku Cem HASIRCI¹

Didem DUMANLI KUSAY²

Nıyousha ARABINEZHAD³

Gediz GEDUK⁴

1. GİRİŞ

1.1. Anksiyete, Korku ve Dental anksiyete nedir?

Anksiyete; kişinin gelecekte veya içinde bulunduğu zamanda nasıl gerçekleşeceği belli olmayan veya gerçekleşmesi olası olmayan bir durumla ilgili duyduğu kaygı, endişe, tedirginlik olarak tanımlanabilmektedir. Genel anksiyetenin özel bir şekli olan ve fizyolojik, bilişsel, davranışsal komponentler içeren dental anksiyete ise dental uyaranlara ve prosedürlere karşı duyulan kaygı olarak ifade edilebilmektedir. Literatürde; dental anksiyete, dental fobi ve dental korku farklı kavramlar içerseler de birbirlerinin yerine kullanılabildiği görülmektedir (Kahraman ve Aktören, 2024).

¹ Arş.Gör.,Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, 0009-0002-1606-7819.

² Arş.Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, 0000-0001-7409-8096.

³ Arş.Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, 0009-0004-4110-9616.

⁴ Doç.Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı,0000-0002-9650-2149.

Korku ile anksiyete ifadeleri arasında bir ilişki olduğu fakat aralarında kavramsal açıdan farklılıklar olduğu belirtilmiştir. İki terimin kullanımı bakımından ciddi farklılıklar olsa bile, anksiyete korkulan bir durum veya nesne ile karşılaşma olmadan önce ortaya çıkan duygusal bir durum olarak tarif edilirken korku ise duruma veya nesneye verilen aktif bir tepkiyi ifade etmektedir. Aynı zamanda çoğunlukla bir bireyin anksiyetesi bulunduğu bir duruma veya nesneye korku tepkisi oluşturması sebebiyle meydana gelmektedir. Hem anksiyete hem de korku; bilişsel, duygusal, fizyolojik ve davranışsal bileşenlere sahiptir. Farklı olan bu bileşenlerin kişiden kişiye ifade ediliş tarzındaki değişikliklerdir (Çıkrık, 2024).

İnsanların birçoğunda hafif seviyeden aşırı seviyeye kadar farklılaşan boyutlarda olsa bile diş hekimine gitme konusunda anksiyete ve korku yaşama hali mevcutken sadece küçük bir yüzdeye sahip bir kesimde bu durum teşhis konulmuş şekilde belirlenmiş olacaktır. Diş hekimleri açısından oldukça büyük öneme sahip bir konu ağrı ve korku arasındaki ilişkidir. Ağrı daha ziyade fizyolojik bir süreç olarak devam ederken kuvvetli bir bilişsel bileşene sahiptir. Dental anksiyete, etkilenen bireylerde sıkıntıya neden olan ve mevcut gerçek risklere göre abartılı görünen diş tedavisi durumunun unsurlarına karşı yoğun bir duygusal tepki olarak tanımlanır. İnvaziv işlemlerin beklentisi veya deneyimiyle ilişkilidir ve psikolojik (örneğin, tehdit ve rahatsızlık hissi, belirli bilişsel çarpıtmalar), somatik (örneğin, kas gerginliği, titreme gibi fizyolojik reaksiyonlar) ve davranışsal tepkiler şeklinde kendini gösterir (Bantel ve ark., 2025; Çıkrık, 2024). Dental anksiyeteye sahip bireyler abartılı şekilde ağrı beklentisi ve ağrı algısına sahip olabilmektedirler (Çıkrık, 2024).

Diş hekimi korkusu; özellikle çocukluk döneminde yaşanan olumsuz veya travmatik deneyimler (şartlanma deneyimleri), kaygılı aile üyelerinden veya akranlardan dolaylı öğrenme, anlayış eksikliği, medyada diş hekimlerinin korkutucu

tasvirlerine maruz kalma, kişinin başa çıkma tarzı, vücut imajı algısı ve dental koltukta geriye yaslanmanın savunmasız pozisyonu gibi birçok faktörden kaynaklanabilir. Ayrıca, iğne ve hava türbinli aletlerin görüntüsü, alet sesleri ve çıgıklar ve diş hekimliği ortamındaki yüksek frekanslı titreşim hissi gibi duysal tetikleyiciler de kaygıya neden olabilir (Appukuttan, 2016; Bantel ve ark., 2025; Barry ve ark., 2025; Paiva ve ark., 2026; Ülker, 2025).

Etkilenen bireyler genellikle gerekli bakımı ve profesyonel tedaviyi geciktirir veya kaçınır; bu da ağız sağlığında bozulmaya ve nihayetinde daha karmaşık ve potansiyel olarak kaygı uyandıran müdahalelere yol açabilir. Bu kısır döngü hem hasta hem de ağız sağlığı uzmanı için zorluklar yaratır ve uyumun azalmasına, tedavi sürelerinin uzamasına ve genel olarak daha olumsuz bir klinik ortama yol açar (Bantel ve ark., 2025).

Dental anksiyetenin ağız sağlığı üzerine etkisini araştıran çalışmalarda anksiyetesi yüksek olan kişilerin restorasyona sahip diş sayısının az olduğu ve çürük, eksik diş sayısı ve dental patolojinin ise daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, bu kişilerin periodontal sağlıklarında da problemler olduğu saptanmıştır. Kaygı ve endişe yaşayan bireylerin tedaviyi kabul etmesi zorlaşır(Ülker, 2025). Bu kaygı yalnızca bireysel refahı tehlikeye atmakla kalmaz, aynı zamanda kapsamlı ve maliyetli müdahalelere olan talebi artırarak sağlık sistemleri üzerinde önemli bir yük oluşturur ve böylece genel sağlık harcamalarını yükseltir(Bantel et al., 2025).

1.2. Dental anksiyeteye sahip hastalarda gözlemlenebilecek davranışlar nelerdir?

Dental anksiyetenin incelenmesinde psikometrik, projektif testler, davranışların gözlemi ve puanlaması gibi yöntemlerin yanı sıra tansiyon, nabız ve dorsal deri cevabı gibi analizlerin yapılabildiği fizyolojik yöntemler de

uygulanabilmektedir. Dental prosedürler sırasında gözlenen kaygının insan vücudunda fizyolojik tepkilere neden olabildiği, tükürük kortizol ve alfa-amilaz düzeylerini etkileyebildiği belirtilmektedir(Kahraman & Aktören, 2024).

Dental anksiyetesi olan kişilerin muayene esnasında gösterdikleri ilk ve en önemli anksiyete belirtisi olarak nefes alıp vermedeki değişiklikler gösterilebilir. Solukların düzensizleşmesi, iç çekme ve sık nefes alma görülebilir. Bir sonraki belirti olarak dişlerin ve çenenin sıkılması, ekstremitelerde sertlik ve kaslarda gerginlik hali görülebilir. Günlük hayatta konuşkan olan bir kişi aniden sessizliğe bürünebilirken sakin olarak bilinen bir kişi aşırı konuşmaya başlayabilir. Bu belirtilerin paralelinde hasta ve hekim arasındaki ilişkide de ani değişiklikler meydana gelmiş olur. Tedavinin başından sonuna kadar her safhada sık sık tükürme veya ağzını çalkalamaya çalışma isteği, hekimin elini kolunu tutmaya çalışarak çalışmayı durdurma çabaları, koltukta rahat oturamama gibi huzursuzluk belirtileri ortaya çıkabilir. Son ve en şiddetli belirti ise kişinin panik atak geçirmesi veya bayılması durumlarıdır (Appukuttan, 2016; Çıkrık, 2024). Dental Anksiyete ve korku düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan birçok değerlendirme ölçütü vardır. En yaygın kullanılanlar Dental Anksiyete Ölçeği (DAS) ve MDAS (Modifiye Edilmiş Dental Anksiyete Ölçeği)dir (Chi, 2023; Corah, 1969).

1.2.1. Dental Anksiyete Ölçeği (DAS)

Corah'ın Dental Anksiyete Ölçeği (DAS), uluslararası düzeyde tanınan bir öz-bildirim anketidir. Sadece dört maddeden oluşan bu ölçek, belirli tedavi durumlarındaki kaygı düzeylerini değerlendirir. Katılımcılar, her maddeye 1 (rahat) ile 5 (aşırı kaygılı) arasında değişen beşli Likert ölçeği üzerinde yanıt verirler. Maddeler şunlardır:

1. "Yarın diş hekimine gitmeniz gerekseydi, kendinizi nasıl hissederdiniz?"
2. "Diş hekiminin muayenehanesinde koltuğa oturma sıranızı beklerken kendinizi nasıl hissedersiniz?"
3. "Diş koltuğundayken, diş hekimi dişleriniz üzerinde çalışmaya başlamak için matkabı (drill) hazırlarken kendinizi nasıl hissedersiniz?"
4. "Diş temizliği yaptırmak için diş koltuğundasınız. Siz beklerken diş hekiminin, diş etlerinizin etrafındaki dişleri kazımak için kullanacağı aleti çıkardığı sırada kendinizi nasıl hissedersiniz?" (Chi, 2023; Corah, 1969; Bantel ve ark., 2025)

Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 20, en düşük puan ise 4'tür. Puanın yüksek olması kişinin yüksek anksiyeteye sahip olduğunu göstermektedir. Dört soruya verilen puanların toplanması ile elde edilen toplam dental anksiyete puanı, düşük anksiyete (4-11 puan) ve yüksek anksiyete (12-20 puan) olarak iki grupta değerlendirilmektedir. Düşük anksiyete grubu 2 alt grup olarak (4-7 puan=hiç anksiyetesi olmayanlar, 8-11 puan=çok az anksiyetesi olanlar), yüksek anksiyete grubu ise 3 alt gruba (12-14 puan=anksiyetik, 15-16 puan=çok anksiyetik, ≥ 17 puan=aşırı anksiyetik) olarak sınıflandırılmaktadır. Genel olarak çalışmalarda toplam puanı 12 ve üzerinde olanlar anksiyetik, 15 ve üzerinde olanlar ise yüksek anksiyeteli kişiler olarak kabul edilmektedir (Çıkrık, 2024).

1.2.2.MDAS (Modifiye Edilmiş Dental Anksiyete Ölçeği)

MDAS, C-DAS'ın (Corah-DAS) [11] modifiye edilmiş bir versiyonu olarak tanıtılmıştır. Hastalarda dental anksiyeteyi (diş tedavisi kaygısını) değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan ve geçerliliği kanıtlanmış bir araçtır. 1995 yılında Humphris ve

arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. MDAS, orijinal DAS'tan iki temel noktada ayrılır:

1. **Ek Soru:** Hastanın yerel anestezi enjeksiyonu almadan hemen önceki kaygısını sorgulayan beşinci bir soru eklenmiştir.
2. **Standart Yanıtlar:** Tüm sorular için yanıt seçenekleri standardize edilmiştir. Kaygı düzeyini ölçmek için tutarlı bir 5'li Likert ölçeği kullanılır:
 - o (1) Kaygılı değil
 - o (2) Hafif kaygılı
 - o (3) Oldukça kaygılı
 - o (4) Çok kaygılı
 - o (5) Aşırı derecede kaygılı (Barry ve ark., 2025; Humphris, Morrison & Lindsay, 1995)

1.2.3. Anketler Sonucunda Elde Edilen Veriler

Depresyon ve anksiyete semptomlarının yanı sıra sosyal destek, yaşam doyumu, öz-bildirimli sağlık durumu ve sağlık üzerindeki algılanan kontrol gibi değişkenlerle olan ilişkiler, dental anksiyetenin karmaşık psikososyal arka planını vurgulamaktadır. Özellikle, sık diş fırçaladığını belirten, depresif semptomları olmayan ve daha yüksek sosyal destek düzeyine sahip olanlar, zaman içinde dental anksiyetede en belirgin azalmaları göstermiştir. Bu durum, söz konusu faktörlerin koruyucu mekanizmalar olarak işlev görebileceğine işaret etmekte ve özellikle savunmasız bireyler için davranışsal ve psikososyal desteğin ağız sağlığı bakımına entegre edilmesinin potansiyel değerini göstermektedir (Bantel ve ark., 2025).



Şekil 1. Dental anksiyeteyi etkileyen psikososyal faktörler

Eğitimin, dental anksiyete düzeyi üzerinde etkili olduğu eğitim seviyesi arttıkça anksiyetenin azaldığını gösteren sonuçlar olduğu gibi tam ters olarak eğitim düzeyi arttıkça dental anksiyetenin de arttığını gösteren araştırmalar mevcuttur (Peric & Tadin, 2024).

Yetişkinlerde dental anksiyeteyele belirsizliğe tahammülsüzlük arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna göre dental anksiyete düzeyi arttıkça belirsizliğe tahammülsüzlük düzeyinde bir artış olduğundan söz edebiliriz (Köroğlu & Durkan, 2010; Peric & Tadin, 2024).

İncelenen çalışmalarda cinsiyetin, anksiyete üzerinde ciddi farklılıklar oluşturduğu belirtilmekte olup genellikle kadın popülasyonunda anksiyete skorları daha yüksek bulunmuştur. Ancak, cinsiyetler arasında fark olmadığını belirten çalışmalarda mevcuttur (Köroğlu & Durkan, 2010; Peric & Tadin, 2024). Kadınlarda diş kaygısı genellikle diğer fobilerin varlığı, daha yüksek nevrotiklik seviyeleri, daha şiddetli psikiyatrik bozukluklar ve daha yüksek genel kaygı seviyeleri ile ilişkilidir. Ayrıca, kültürel faktörler kaygının ifadesinde önemli bir rol

oynayabilir çünkü kadınların kaygılarını açıkça ifade etmeleri daha kabul edilebilir bulunurken, erkeklerin acı veya korku göstermemeleri beklenir (Peric & Tadin, 2024).

İncelenen çalışmaların çoğunluğunda ebeveyn dental anksiyetesi ile çocuk dental anksiyete ilişkisini destekleyici sonuçlar bulunmuştur. Bununla beraber, çocuğun yaşının ve diş hekimini ziyaret etme sıklığının da çocuğun diş kaygısı üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Brezilya’da yapılan bir çalışmada çocuk ve ebeveyn arasındaki dental anksiyete ilişkisinde anlamlı fark bulurken; ergen ve ebeveyn arasındaki dental anksiyete ilişkisinde anlamlı ilişki bulunmamışlardır. Bu iki çalışmadaki küçük yaşta çocukların dental kaygısı ile ebeveyn dental kaygısı arasındaki ilişkinin, çocuğun yaşı arttıkça anlamlı bulunmamasının nedeni; çocukların büyüdükçe birey olarak aileden bağımsız bir kişilik oluşturmasıyla ilişkilendirilebilir (Üstün & Yılmaz, 2022).

Diş hekimi kaygısı zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gösterse de, bu durumun klinik önemi sınırlı görünmektedir; bu da diş hekimi kaygısının çoğu birey için orta yaşın ötesinde nispeten istikrarlı kaldığını göstermektedir. Ayrıca bulgular, dental anksiyete ile psikososyal, davranışsal ve sağlıkla ilgili faktörler arasında olası bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu durum, özellikle psikososyal yükü yüksek olan bireyler için psikolojik desteği ağız sağlığı bakımına entegre eden disiplinlerarası yaklaşımların potansiyel değerine dikkat çekmektedir. DAS, psikometrik açıdan iyi performans gösterse de, tek boyutlu yapısı kaygının incelikli bileşenlerinin değerlendirilmesini sınırlamaktadır (Bantel ve ark., 2025).

1.3. Dental Anksiyete Yönetimi

Diş hekimi korkusunun nedenleri çok faktörlüdür ve bu nedenle tek bir tedavi yöntemiyle yönetilemez. Hastanın doğru değerlendirilmesi ve kaygısının kaynağının ve düzeyinin

belirlenmesi, diş hekiminin uygun bir tedavi planı belirlemesine olanak tanır. Kaygı, randevu alırken resepsiyonistle karşılaşma veya klinik ortamı gibi en masum durumlardan bile tetiklenebilir; bu nedenle diş hekimliği uygulamasının her yönünün uygun olması çok önemlidir. Genel olarak, diş hekimi korkusu, diş hekiminin uzmanlığı ve deneyimine, diş hekimi korkusunun derecesine, hasta özelliklerine ve klinik durumlara bağlı olarak psikoterapötik müdahaleler, farmakolojik müdahaleler veya her ikisinin bir kombinasyonu ile yönetilebilir.

Tablo 1. Dental anksiyetenin yönetiminde kullanılan psikoterapötik müdahaleler

Kategori	Müdahale
İletişim ve davranış yönetimi yaklaşımları	İletişim becerileri, uyum ve güven oluşturma (iyatrosedatif teknik)
	Davranış yönetimi teknikleri
	Olumlu pekiştirme
	Kontrol algısının geliştirilmesi
	Anlat-Göster-Yap tekniği ve işaret verme
Gevşeme teknikleri	Derin nefes alma ve kas gevşetme
	Jacobsen'in aşamalı kas gevşetme tekniği
	Kısa süreli gevşeme / fonksiyonel gevşeme terapisi
	Otogenik gevşeme
	Öst'un uyguladığı gevşeme tekniği
	Diyafram nefesi (derin gevşeme)
	Gevşeme tepkisi
Bilişsel ve davranışsal yaklaşımlar	Bilişsel terapi
	Bilişsel davranışçı terapi (BDT)
	Sistemik duyarsızlaştırma / maruz bırakma terapisi
Dikkat ve algı yönetimi teknikleri	Yönlendirilmiş imgeleme
	Dikkat dağıtma
Tamamlayıcı yaklaşımlar	Biyogeribildirim
	Hipnoterapi
	Akupunktur

1.4. Anksiyete Ölçümünde Anketlerin Etkinliği ve Diğer Yöntemler

Diş kaygısının tanımlanması öznel ve nesnel yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Öznel ölçümler, Corah'ın Diş Anksiyete Ölçeği (CDAS), Modifiye Diş Anksiyete Ölçeği (MDAS) veya Kleinknecht Diş Korku Anketi (DFS) gibi çoklu ve tek maddeli kendi kendine raporlama anketlerine dayanmaktadır. Bunlar en sık kullanılan anketlerdir ve birden fazla dilde güvenilir ve geçerli oldukları gösterilmiştir. Bu yöntemlerin avantajları, kaygı derecesinin (hafif endişeli, orta derecede endişeli, aşırı derecede endişeli veya diş fobik) açıklanmasıdır, ancak yorumlanmalarında zaman ve uzmanlık eksikliği nedeniyle rutin kullanımları çok sınırlıdır. Ayrıca, öz rapor anketleri önemli bir önyargıdan muzdariptir; katılımcılardan kendi endişeli durumlarının farkında olmalarını ve sosyal arzu edilebilirlikten kurtulmalarını talep ederler. Bu nedenle, cevaplarda bildirilen kaygı seviyelerinin aslında hastalar tarafından yaşananlar olmayabilir (Appukuttan, 2016).

Örneğin, bir anket stres seviyelerini tek bir zaman noktasında değerlendirebilir, ancak gün boyunca veya belirli tetikleyicilere yanıt olarak meydana gelen varyasyonları yakalayamayabilir. Bu tür sınırlamalar, psikososyal faktörleri ölçmek için daha objektif, sürekli ve ölçeklenebilir yöntemlere duyulan ihtiyacın altını çizmektedir. Bu bağlamda stres veya odaklanma gibi psikososyal faktörlerin giyilebilir cihazlarla algılanması, geçici veya ortaya çıkan psikososyal değişikliklerin belirlenmesinden, zamanında destek için duyarlı ve kanıta dayalı eylemlerin başlatılmasına kadar bir köprü görevi görmektedir (Aishah Shah, Hooshyar & Tomberg, 2026).

Objektif ölçümler, bunun yerine, kan basıncının, nabız hızının veya galvanik cilt tepkisinin değerlendirilmesini içerir. Objektif yöntemler, diş kaygısının ölçülmesinde daha doğrudur

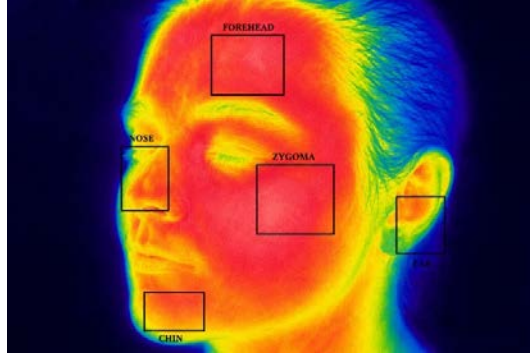
ve diş prosedürlerinin neden olduğu stres ve anksiyetenin bir sonucu olarak vücutta fizyolojik değişikliklerin varlığını doğrularlar (Appukuttan, 2016).

Bazı araştırmalar, yüz ifadelerinin duygunun kendisi kadar etkili olabileceğini göstermektedir. Standart gülümseme yalnızca ağız çevresindeki *zygomaticus major* kaslarını aktive ederken, Duchenne (gerçek) gülümseme hem ağız hem de göz çevresindeki *zygomaticus major* ve *orbicularis oculi* kaslarını aktive eder (Seibt, Mühlberger, Likowski & Weyers, 2015).

İnsanların sosyal iletişimin bir yolu olarak sadece olumlu duyguları değil, aynı zamanda olumlu olmayan duyguları da ifade etmeleri yaygındır. Gülümsemenin aksine Pressman ve ark. (2021), yüz buruşturmanın (grimace) *corrugator supercilii* kaslarını içerdiğini; çatık ve birbirine yaklaşmış kaşlar, gergin veya kapalı göz kapakları ile kalkık üst dudak veya aralanmış dudaklar gibi olası yüz hareketlerini kapsadığını göstermiştir. Ayrıca yüz ifadeleri; kalp atış hızı (HR) ve elektrodermal aktivite (EDA) dahil olmak üzere fizyolojik sonuçlarla bağlantılı olabilir (Peitzsch ve ark., 2026).

1.4.1. Termal Görüntüleme ve Anksiyete

Bilim insanları, öfke nöbeti gibi duygusal heyecanın genel vücut sıcaklığında artışa neden olduğunu fark ettiklerinden beri, psikolojik süreçlerin incelenmesinde termografiden yararlanılmıştır. Hastaların yüz termal dağılım görüntüleri, kızılötesi termal kameralar kullanılarak ilk klinik muayenelerinden önce ve muayeneleri esnasında elde edilir. Veriler, hastanın yüzünün (burun, kulak, alın, zigoma, çene) beş ilgi alanı (ROI) ile ilgili olarak analiz edilir. Her bir ROI için iki ölçüm arasında değerlendirilen sıcaklıklardaki farklılıklar değerlendirilir (De Zorzi, Martínez-Velázquez, Honoré & Sequeira, 2026).



Şekil 2. Termal görüntüleme analizinde değerlendirilen yüz bölgeleri ve ilgi alanları (ROI).

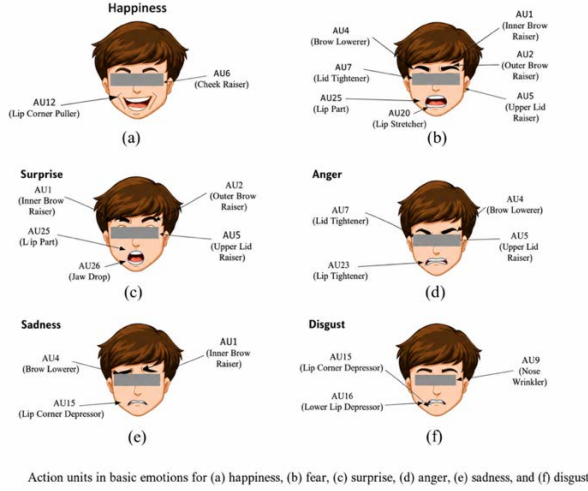
1.4.2. Yüz Hareket Kodlama Sistemi *Facial Action Coding System (Facs)*

İnsan yüzü; mutlu, kızgın, iğrenmiş, şaşırılmış, üzgün ve korkmuş gibi duyguları otomatik olarak ifade eden ilgi çekici bir organdır. Ayrıca her duygu, bir uyararla karşılaşıldığında bir tepkiye neden olur. Duygusal yanıt, yüz kaslarının hareketleri aracılığıyla ifade edilir (Okuda ve ark., 2020).

Nötr durum ile korku durumu arasındaki farkı belirlemek amacıyla önden çekilmiş yüz görüntüleri kullanılır. Tüm önden yüz görüntüleri elde edildikten sonra, görüntü boyutları yüz görüntülerinin gerçek ölçek boyutu olarak kabul edilen 800×800 piksele dönüştürülür. Yeniden boyutlandırma işleminden sonra, yüz görüntüsünün belirli bölgeleri üzerinde 68 yüz işaret noktası (facial landmarks) belirlenir (Okuda ve ark., 2020).

Herhangi bir insan duygusu anlamlı bir uyararla karşılaştığında, yüz ifadesi otomatik olarak ve anında ortaya çıkar; bu tür kısa süreli ifadeler mikro-ifadeler (micro-expression) olarak adlandırılır. Duygusal ifadeye bağlı olarak alın, gözler, burun, yüz şekli, yanak ve ağız gibi bölgelerin konumu normal duruma kıyasla değişiklik gösterir. Bu nedenle bu değişimler,

duygu tespit algoritmalarında kullanılmaya uygundur (Okuda ve ark., 2020).



Şekil 3. Temel duygularla ilişkili yüz eylem birimleri (Action Units, AU) ve yüz bölgelerindeki dağılımları.

1.4.3. Elektriksel Dermal Aktivite

Bu fizyolojik uyarılma; terleme, titreme, hızlı kalp atımı, bulantı, kas gerginliği ve baş dönmesi gibi fiziksel belirtiler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, uyarılmayı elektodermal aktivite (EDA) gibi geçerli yöntemlerle ölçmek oldukça bilgilendirici olabilir.

Belirli bir anda derinin elektriği iletme kapasitesini ölçen EDA, otonom sinir sistemi (ANS) aktivitesinin iyi bilinen fizyolojik göstergelerinden biridir. Ölçüm genellikle ekrin ter bezlerinin yoğun olduğu bölgelere, çoğunlukla parmak uçlarına, iki elektrot yerleştirilerek yapılır. Bir kişi stres, heyecan veya korku gibi duygusal bir uyarılma yaşadığında, beyin “savaş ya da kaç” yanıtının bir parçası olarak sempatik sinir sistemi (SNS)’yi aktive eder. Bu aktivasyon, ter bezlerinin küçük miktarlarda ter üretmesine neden olur.

EDA; tonik ve fazik bileşenlerden oluşur. Tonik deri iletkenlik düzeyi (SCL), genel otonom uyarılmanın ölçüsünü sağlarken; fazik deri iletkenlik yanıtları (SCR), uyaranlara bağlı olarak ortaya çıkan geçici değişimleri göstermektedir. Böylece EDA, bireyin duygusal veya bilişsel uyaranlara verdiği fizyolojik yanıtı değerlendirmek için önemli bir pencere sunmaktadır (Adyasha, Shelke & Lone, 2025).

1.5. Giyilebilir Teknolojiler ve Kullanım Alanları

Dental anksiyete, bireylerin diş tedavisi öncesinde veya sırasında yaşadığı korku, stres ve kaçınma davranışlarıyla karakterize edilen yaygın bir durumdur. Son yıllarda bu sorunun yönetiminde sanal gerçeklik (SG), artırılmış gerçeklik (AG), mobil sağlık uygulamaları ve biyosensör temelli giyilebilir teknolojiler gibi dijital çözümler ön plana çıkmıştır (Özmen & Ceyhan, 2023).

SG gözlükleri, hastanın dikkatini dental işlemden uzaklaştırarak kaygıyı azaltmayı amaçlayan bir dikkat dağıtma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Özellikle çocuk hastalarda yapılan çalışmalar, SG kullanımının kalp atım hızı, ağrı algısı ve davranışsal stres belirtilerini azalttığını ortaya koymuştur (Özmen & Ceyhan, 2023).

Giyilebilir teknolojiler alanında ise akıllı saatler, biyosensör bileklikler ve fizyolojik veri ölçüm sistemleri öne çıkmaktadır. Bu cihazlar kalp atım hızı, deri iletkenliği (GSR), oksijen saturasyonu ve stres göstergelerini gerçek zamanlı takip ederek bireyin anksiyete düzeyinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Literatürde doğrudan dental kliniklerde kullanılan çalışma sayısı sınırlı olsa da, genel anksiyete ve stres izleme araştırmaları dental uygulamalara önemli bir temel oluşturmaktadır. Makine öğrenmesi destekli sistemlerin, giyilebilir sensörlerden elde edilen verilerle stres düzeyini tahmin edebildiği gösterilmiştir (Özmen & Ceyhan, 2023).

Çeşitli sensörler ve teknolojilere sahip giyilebilir cihazlar gibi elektronik cihazlar vücuda takılabilir. Bu giyilebilir cihazların temel amacı, kullanıcılara sağlıkları, aktiviteleri veya çevreleri hakkında gerçek zamanlı bilgi sağlamaktır. Giyilebilir cihazların yapay zekâ ile entegrasyonu, depresyon ve anksiyetenin taranması, teşhis edilmesi ve yönetilmesi için yapay zekâdaki en önemli gelişmelerden biri olarak ortaya çıkmıştır (Peitzsch ve ark., 2026).

Akıllı saatler, akıllı bileklikler, parlak tişörtler ve akıllı gözlükler de dahil olmak üzere çok sayıda giyilebilir cihaz mevcuttur. Çoğu araştırma çalışmasında kullanılan en yaygın cihaz akıllı bileklik olmuştur. Bunun nedeni, daha az dikkat dağıtıcı ve kullanımı kolay olmaları, dolayısıyla daha kullanıcı dostu olmalarıdır. Bu giyilebilir cihazlar, adım sayısı (fiziksel aktivite), kalp atış hızı, uyku verileri, sıcaklık ve kan oksijeni gibi kullanıcıların parametrelerini sürekli olarak kaydeder (Ahmed & Azhari, 2025; Peitzsch ve ark., 2026; Turan & Çoban, 2023).



Şekil 4. Fizyolojik ve davranışsal parametrelerin izlenmesinde kullanılan giyilebilir cihaz örnekleri.

1.5.1. Diş Hekimliğinde Akıllı Gözlükler

Klinik uygulamada, akıllı gözlükler hasta verilerine, tedavi planlarına ve prosedür kılavuzlarına eller serbest erişim sağlayarak kesintileri önemli ölçüde azaltır ve uygulayıcıların

görevlerine odaklanmalarını sağlar. Dahası, bu gözlükler canlı yayın sağlayarak tele-diş hekimliğini geliştirir ve profesyonellerin normal diş hekimlerine veya öğrencilere uzaktan yardım sağlamasına olanak tanır. Ayrıca, akıllı gözlükler önerilen tedavilerin artırılmış gerçeklik görsellerini sağlayarak hastalar için iletişimi kolaylaştırır. Bu, anlayışı ve güveni artırırken, gözlüklerin işlem sonrası bakıma uyumu izleme kapasitesi iyileşme sonuçlarını ve genel memnuniyeti artırır. Ayrıca, mikrofonlar ve dahili hoparlörlerle donatılmış akıllı gözlükler, sosyal medya platformlarında paylaşmak üzere görüntü ve video yakalayabilir ve diş prosedürleri ve uygulamalarına benzersiz bir bakış açısı sunabilir (Ahmed & Azhari, 2025).

Diş hekimliği eğitiminde, akıllı gözlükler, uygulayıcının bakış açısından operasyonları yakalayarak olağanüstü avantajlar sağlar. Bu sürükleyici materyal, öğrenciler için önemli öğrenme deneyimleri sağlayabilir. Dahası, bu gözlüklerdeki artırılmış gerçeklik simülasyonları, klinik öncesi eğitim ortamları sağlayarak, stajyerlerin hastalarla etkileşime girmeden önce düzenlenmiş bir sanal ortamda operasyonları prova etmelerine olanak tanır (Ahmed & Azhari, 2025).

SG gözlüklerinin bir diğer etkisi de diş hekimi-hasta iletişimini iyileştirmesidir. Diş hekimleri, işlemleri kolay anlaşılır bir şekilde açıklamak için 3 boyutlu modeller, animasyonlar veya görsel katmanlar yansıtabilir; bu da hastaların tedavi seçenekleri konusunda daha rahat ve bilgili olmalarını sağlar. İşlemler sırasında gerçek zamanlı görselleştirme, iletişim boşluğunu kapatmaya yardımcı olur ve hastanın tedavi seçenekleri konusunda daha rahat ve bilgili olmasını sağlar. Hataları azaltarak, bu teknolojiler sağlık hizmeti sonuçlarını iyileştirir. Bu gözlüklerin sunduğu artırılmış iletişim ve görselleştirme özellikleri de hasta sonuçlarını iyileştirir. Hastalar, işlemleri görselleştirebildiklerinde tedavi rejimlerini daha kolay anlar ve

kabul ederler; bu da memnuniyet ve uyumu artırır (Ahmed & Azhari, 2025).

1.5.2. Çiğneme Sıklığını Ölçmede Giyilebilir Teknoloji

Çiğneme, dişlerin mekanik olarak besini öğüttüğü ve tükürük ile karıştırarak yutmaya uygun bir bolus oluşturduğu ardışık bir süreçtir. Sindirim sürecinin ilk basamağı olarak besin alımında önemli rol oynar. Çiğneme davranışları; çiğneme frekansı, hız ve bir lokmadaki çiğneme sayısı gibi parametreleri içerir ve obezite gibi yaşam tarzı ile ilişkili hastalıklarla bağlantılıdır. Çiğneme frekansının önemi kabul edilmesine rağmen, günlük öğünlerde çiğneme frekansı ve bunun etkileri yeterince araştırılmamıştır (Hori ve ark., 2021).

Önceki çalışmalarda çiğneme frekansı; çene hareketi ölçüm cihazları ve elektromiyografi gibi yöntemlerle değerlendirilmiştir. Ancak bu yöntemler özel cihazlar gerektirdiği için klinik dışı ortamlarda kullanımı zordur ve epidemiyolojik çalışmalar için pratik değildir. Video kayıtları da kullanılabilir, ancak analiz karmaşıktır ve günlük yaşamda uygulanabilir değildir. Bu nedenle giyilebilir cihazlar geliştirilmiştir, ancak çoğu prototip aşamasını aşamamıştır. Mandibular hareketle birlikte kulak arkasındaki deri yüzeyinin şeklinin değiştiği gerçeğinden yararlanılarak, kulak arkasını tarayan bir sensör içeren yeni bir cihaz (bitescan®) geliştirilmiştir (Hori ve ark., 2021).

Bitescan®, kızılötesi mesafe sensörü ve ivmeölçer içeren bir cihazdır. Kulak kepçesinin arkasındaki deri yüzeyindeki değişiklikleri ölçer. Veriler Bluetooth ile akıllı telefona aktarılır. Farklı kulak boyutları için üç farklı kulak askısı bulunmaktadır. Referans olarak MKG cihazı kullanılmıştır. Ayrıca çiğneme video ile kaydedilmiştir.



Şekil 5. Kulak arkası giyilebilir cihazın kullanımına ilişkin temsili gösterim ve cihaz bileşenleri.

Bu cihaz, kulak arkasındaki deri değişimini ölçerek çiğnemeyi tespit eder ve invaziv olmayan, günlük yaşamda kullanılabilir bir yöntem sunar (Hori ve ark., 2021).

1.5.3. Ağız İçi Giyilebilir Teknolojiler

Ağız içi giyilebilir cihazlar, oral kavitenin sürekli erişilebilir ve biyolojik açıdan zengin ortamından yararlanarak fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerin izlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu sistemler çoğunlukla ağız koruyucuları, akıllı plaklar, ortodontik apareyler, sensör entegreli protezler ve biyosensör içeren dental materyaller şeklinde tasarlanmaktadır (Li ve ark., 2026).

Ağız içi giyilebilir teknolojilerin en önemli kullanım alanlarından biri brüksizm ve oklüzal kuvvetlerin değerlendirilmesidir. Sensör entegreli ağız içi apareyler sayesinde diş sıkma, gıcırdatma, oklüzal temas kuvvetleri ve mandibular hareketler objektif olarak kaydedilebilmektedir. Bu sistemler, özellikle uyku brüksizminin tanısı, çiğneme fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve temporomandibular eklem bozukluklarının izlenmesinde önemli avantajlar sunmaktadır (Li ve ark., 2026).

Ortodonti alanında geliştirilen akıllı intraoral cihazlar ise aparey kullanım süresi, hasta uyumu ve ortodontik kuvvetlerin takibi amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle şeffaf plak tedavisinde sensör destekli sistemler, apareylerin önerilen süre boyunca kullanılıp kullanılmadığını objektif olarak belirleyebilmekte ve tedavi etkinliğinin artırılmasına katkı sağlayabilmektedir (Prasad ve ark., 2023).

Bir diğer önemli uygulama alanı tükürük biyobelirteçlerinin analizidir. Oral kavitede bulunan tükürük; glukoz, kortizol, inflamatuvar mediatörler, elektrolitler ve mikrobiyal belirteçler gibi çok sayıda biyolojik parametreyi içermektedir. Sensör tabanlı intraoral biyosistemler sayesinde tükürük örneklerinden gerçek zamanlı biyokimyasal veri elde edilebilmekte; böylece periodontal hastalıklar, diyabet, stres düzeyi, oral enfeksiyonlar ve sistemik hastalıkların izlenmesi mümkün olabilmektedir (Ichikawa ve ark., 2024).

Bunun yanında, ağız içi giyilebilir teknolojiler protetik diş hekimliği, implantoloji ve disfaji rehabilitasyonu gibi alanlarda da kullanım potansiyeline sahiptir. Akıllı protez sistemleri protez stabilitesi, çiğneme kuvvetleri ve fonksiyonel performans hakkında veri sağlayabilirken, implant üstü sensör sistemleri implant yüklenmesi ve oklüzal stres dağılımının analizinde kullanılabilmektedir (Ichikawa ve ark., 2024; Prasad ve ark., 2023).

2. SONUÇ

Dental anksiyete, bireylerin diş tedavisinden kaçınmasına, ağız ve diş sağlığının olumsuz etkilenmesine ve daha karmaşık tedavi gereksinimlerinin ortaya çıkmasına neden olabilen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle anksiyetenin doğru ve erken dönemde belirlenmesi, uygun yönetim stratejilerinin

geliştirilmesi ve hasta-hekim iş birliğinin güçlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde DAS ve MDAS gibi öz-bildirim anketleri dental anksiyetenin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, bireyin öznel değerlendirmelerine dayanması ve anlık fizyolojik değişimleri yansıtamaması nedeniyle bazı sınırlılıklar taşımaktadır. Bu durum, termal görüntüleme, yüz ifade analizi (FACS), elektodermal aktivite ve diğer biyofizyolojik ölçüm yöntemleri gibi daha objektif değerlendirme araçlarına olan ilgiyi artırmıştır.

Son yıllarda gelişen giyilebilir teknolojiler ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri, kalp atım hızı, deri iletkenliği, yüz hareketleri ve diğer biyobelirteçlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak sağlayarak dental anksiyetenin daha hassas ve kapsamlı şekilde değerlendirilmesine katkı sunmaktadır. Bu teknolojiler yalnızca anksiyetenin ölçülmesini değil, aynı zamanda risk altındaki bireylerin erken dönemde belirlenmesini, klinik karar verme süreçlerinin desteklenmesini ve bireye özgü müdahalelerin geliştirilmesini mümkün kılabilecek önemli bir potansiyele sahiptir.

Sonuç olarak, dental anksiyetenin değerlendirilmesinde geleneksel anketlerin objektif fizyolojik ölçümler ve giyilebilir teknolojilerle desteklenmesi, daha güvenilir ve çok boyutlu değerlendirme modellerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin rutin klinik uygulamalara entegrasyonu için daha geniş örneklemli ve yüksek metodolojik kalitede çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Gelecekte yapay zekâ destekli giyilebilir sistemlerin yaygınlaşmasıyla birlikte dental anksiyetenin yalnızca ölçülmesi değil, gerçek zamanlı olarak öngörülmesi ve kişiselleştirilmiş yaklaşımlarla yönetilmesi de mümkün olabilecektir.

KAYNAKÇA

- Ahmed, W. M., & Azhari, A. A. (2025). Smart glasses in dentistry: Technologies, use cases, and future directions. *Biomedical Engineering and Computational Biology*, 16, 11795972251404258. doi:10.1177/11795972251404258
- American Academy of Pediatric Dentistry. (2004). Special issue: Proceedings of the conference on behavior management for the pediatric dental patient. *Pediatric Dentistry*, 26(2), 110–183.
- Appukuttan, D. P. (2016). Strategies to manage patients with dental anxiety and dental phobia: Literature review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 8, 35–50. doi:10.2147/CCIDE.S63626
- Barry, M., Alnami, M., Alshobaili, Y. T., Felemban, O. M., & Sabbagh, H. J. (2025). Assessment of dental fear and anxiety tools for children: A review. *Healthcare*, 13, 2597. doi:10.3390/healthcare13202597
- Bantel, D., Chmielewski, W. X., Brähler, E., Stöbel-Richter, Y., Zenger, M., Weil, K. M., & Berth, H. (2025). The dental anxiety scale (DAS): Psychometric properties and longitudinal findings among middle-aged adults. *BMC Psychology*, 13(1), 953. doi:10.1186/s40359-025-03304-9
- Bowman, U., Carlsson, V., Westin, M., & Hakeberg, M. (2013). Psychological treatment of dental anxiety among adults: A systematic review. *European Journal of Oral Sciences*, 121(3 Pt 2), 225–234. doi:10.1111/eos.12032
- Chi, S. I. (2023). What is the gold standard of the dental anxiety scale? *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 23(4), 193–212. doi:10.17245/jdapm.2023.23.4.193

- Corah, N. L. (1969). Development of a dental anxiety scale. *Journal of Dental Research*, 48, 596. doi:10.1177/00220345690480041801
- Çikrik, S. (2024). Yetişkinlerde dental anksiyete, belirsizliğe tahammülsüzlük ve duygu düzenleme stratejileri arasındaki ilişkinin incelenmesi (Yayımlanmamış lisansüstü tez). ProQuest Dissertations & Theses Global. (3329319401)
- De Zorzi, L., Martínez-Velázquez, E. S., Honoré, J., & Sequeira, H. (2026). Differentiated impact of social and non-social content in alexithymia: A facial thermal infrared imaging study. *PLoS ONE*, 21(3), e0341921. doi:10.1371/journal.pone.0341921
- Dumitrache, M. A., Neacsu, V., & Sfeatcu, I. R. (2014). Effectiveness of cognitive techniques in reducing dental anxiety. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 149, 302–306.
- Farhat-McHayleh, N., Harfouche, A., & Souaid, P. (2009). Techniques for managing behaviour in pediatric dentistry: Comparative study of live modelling and tell-show-do based on children's heart rates during treatment. *Journal of the Canadian Dental Association*, 75(4), 283.
- Flammer, E., & Bongartz, W. (2003). On the efficacy of hypnosis: A meta-analytic study. *Contemporary Hypnosis*, 20(4), 179–197.
- Glaesmer, H., Geupel, H., & Haak, R. (2015). A controlled trial on the effect of hypnosis on dental anxiety in patients undergoing tooth extraction. *Patient Education and Counseling*, 98(9), 1112–1115. doi:10.1016/j.pec.2015.05.007

- Hori, K., Uehara, F., Yamaga, Y., Yoshimura, S., Okawa, J., Tanimura, M., & Ono, T. (2021). Reliability of a novel wearable device to measure chewing frequency. *Journal of Prosthodontic Research*, 65(3), 340–345. doi:10.2186/jpr.JPR_D_20_00032
- Humphris, G. M., Morrison, T., & Lindsay, S. J. E. (1995). The modified dental anxiety scale: Validation and United Kingdom norms. *Community Dental Health*, 12, 143–150.
- Ichikawa, K., Iitani, K., Kawase, G., Toma, K., Arakawa, T., Dao, D. V., & Mitsubayashi, K. (2024). Mouthguard-type wearable sensor for monitoring salivary turbidity to assess oral hygiene. *Sensors*, 24(5), 1436. doi:10.3390/s24051436
- Kahraman, G., & Aktören, O. (2024). Ebeveyn ve çocuk dental anksiyete ilişkisinin değerlendirilmesi. *Van Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(2), 305–309. doi:10.33631/sabd.1338778
- Köroğlu, D. A., & Durkan, R. (2010). Diş hekimliği uygulamalarında karşılaşılan dental anksiyete sendromunun etiyolojisinin ve tedavi yöntemlerinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, (3), 205–212.
- Li, Y., et al. (2026). Current status and future perspectives of wearable technologies for oral health in clinical applications. *Diagnostics*, 16(7), 1015.
- Okuda, I., Yamakawa, Y., Mitani, N., Ota, N., Kawabata, M., & Yoshioka, N. (2020). Objective evaluation of the relationship between facial expression analysis by the facial action coding system (FACS) and CT/MRI analyses of facial expression muscles. *Skin Research and Technology*, 26(5), 727–733. doi:10.1111/srt.12864

- Özmen, B., & Ceyhan, A. (2023). Diş hekimliğinde sanal gerçeklik uygulamaları. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*, 5(3), 224–231.
- Paiva, A. C. F., Bittencourt, J. M., Rabelo-Costa, D., Gallagher, J. E., Paiva, S. M., & Bendo, C. B. (2026). Dental fear and anxiety in children: Association with individual and familiar factors using structural equational modelling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 23(5), 592. doi:10.3390/ijerph23050592
- Peitzsch, A. G., Geary, K., Kong, Y., Posada-Quintero, H., Havard, D., D'Angelo, W. R., & Chon, K. H. (2026). Multimodal detection of pain and anticipatory anxiety from ultra-short wearable sensor measurements. *Sensors*, 26(10), 3181. doi:10.3390/s26103181
- Peric, R., & Tadin, A. (2024). Associations between dental anxiety levels, self-reported oral health, previous unpleasant dental experiences, and behavioural reactions in dental settings: An adult e-survey. *Medicina*, 60(8), 1303. doi:10.3390/medicina60081303
- Prasad, S., Arunachalam, S., Boillat, T., Ghoneima, A., Gandedkar, N., & Diar-Bakirly, S. (2023). Wearable orofacial technology and orthodontics. *Dentistry Journal*, 11(1), 24. doi:10.3390/dj11010024
- Ram, D., Shapira, J., Holan, G., Magora, F., Cohen, S., & Davidovich, E. (2010). Audiovisual video eyeglass distraction during dental treatment in children. *Quintessence International*, 41(8), 673–679.
- Roberts, J. F., Curzon, M. E. J., Koch, G., & Martens, L. C. (2010). Behaviour management techniques in paediatric dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11(4), 166–174. doi:10.1007/BF03262738

- Seibt, B., Mühlberger, A., Likowski, K. U., & Weyers, P. (2015). Facial mimicry in its social setting. *Frontiers in Psychology*, 6, 1122. doi:10.3389/fpsyg.2015.01122
- Shah, A., Hooshyar, D., & Tomberg, V. (2026). From wrists and pockets to interventions: Leveraging digital biomarkers to extract psychosocial factors—A systematic review. *ACM Transactions on Computing for Healthcare*, 7(2), Article 32. doi:10.1145/3797877
- Turan, A. İ., & Çoban, S. D. (2023). Dijital yaşam teknolojileri bağlamında akıllı saat kullanıcılarının deneyimleri üzerine nitel bir çalışma. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13(1), 531–551.
- Ülker, Ö. (2025). Ağız, diş ve çene ağrısı yönetiminde alternatif tedavi yaklaşımları ve dental anksiyete. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 34(3), 518–526.
- Üstün, N., & Yılmaz, D. Ö. (2022). Effect of parental dental anxiety and prediction on child's dental anxiety. *Current Research in Dental Sciences*, 32(3), 219–225.

DIŞ HEKİMLİĞİNDE İLERİ GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİLERİ VE GÜNCEL UYGULAMALAR

İsmail ÇAPAR¹

Gediz GEDUK²

Edanur ALTIN³

Hüseyin Furkan YAĞCI⁴

1. GİRİŞ

Görüntüleme yöntemleri, diş hekimliğinde tanı, tedavi planlaması ve takip süreçlerinin temel bileşenlerindendir. Ağız, diş ve çene bölgesinin karmaşık anatomisi nedeniyle klinik muayene çoğu zaman radyolojik incelemelerle desteklenmektedir. Uzun yıllar boyunca periapikal, bite-wing, oklüzal ve panoramik radyografiler gibi iki boyutlu yöntemler kullanılmıştır. Ancak anatomik yapıların üst üste binmesi, distorsiyon ve derinlik bilgisinin yetersizliği gibi sınırlılıklar, daha gelişmiş görüntüleme tekniklerine olan gereksinimi artırmıştır (Bornstein vd., 2014; Patel vd., 2019).

Dijital teknolojilerdeki gelişmeler, diş hekimliği görüntüleme sistemlerinde önemli ilerlemeler sağlamıştır.

¹ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0009-0007-2753-4271

² Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0000-0002-9650-2149.

³ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0009-0006-1299-2029.

⁴ Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0009-0009-4197-0824.

Özellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) klinik kullanıma girmesiyle maksillofasiyal bölgenin üç boyutlu değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir. Yüksek uzaysal çözünürlüğü, nispeten düşük radyasyon dozu ve ayrıntılı anatomik görüntüleme kapasitesi sayesinde KIBT; implantoloji, endodonti, ortodonti ve ağız, diş ve çene cerrahisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bornstein vd., 2014; Patel vd., 2019). Ayrıca üç boyutlu görüntüleme, patolojilerin değerlendirilmesinin yanı sıra cerrahi planlama, anatomik varyasyonların belirlenmesi ve tedavi sonuçlarının izlenmesinde de önemli rol oynamaktadır (Kaaber vd., 2024).

Diş hekimliğinde ileri görüntüleme uygulamaları yalnızca KIBT ile sınırlı değildir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), üstün yumuşak doku kontrastı sayesinde temporomandibular eklem hastalıkları, tükürük bezi patolojileri ve baş-boyun bölgesindeki yumuşak doku lezyonlarının değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Bag vd., 2014). Ultrasonografi ise radyasyon içermemesi, düşük maliyeti ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle özellikle tükürük bezleri ve yüzeysel yumuşak doku lezyonlarının incelenmesinde değerli bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır (Rastogi vd., 2012).

Fonksiyonel görüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte PET/BT, SPECT/BT ve PET/MRG gibi hibrit sistemler klinik uygulamalarda giderek daha fazla kullanılmaktadır. Anatomik ve metabolik bilgileri bir araya getiren bu yöntemler, özellikle baş-boyun kanserlerinin evlenmesi, metastatik yayılımın belirlenmesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır (Bhargava vd., 2012; Omami ve Tamimi, 2014; Samolyk-Kogaczewska vd., 2020).

Son yıllarda yapay zekâ uygulamaları dental görüntülemede önemli gelişmeler göstermiştir. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı sistemler; çürüklerin,

periapikal lezyonların, periodontal kemik kayıplarının ve çeşitli anatomik yapıların otomatik olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Nagi vd., 2020; Katsumata, 2023). Ayrıca büyük dil modelleri ve çok modlu yapay zekâ sistemleri, görüntüleme bulgularını klinik verilerle birlikte değerlendirerek karar destek süreçlerine katkıda bulunmaktadır (Inchingolo vd., 2025).

2. DİŞ HEKİMLİĞİNDE İLERİ GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

2.1. Üç Boyutlu Görüntülemenin Diş Hekimliğindeki Yeri

Diş hekimliğinde uzun yıllar boyunca kullanılan iki boyutlu radyografiler, anatomik yapıların üst üste binmesi ve derinlik bilgisinin yetersizliği gibi sınırlılıklara sahiptir. Maksillofasiyal bölgenin karmaşık anatomik yapısı, üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin geliştirilmesini gerekli kılmıştır (Kaasalainen vd., 2021).

Bu gereksinimler doğrultusunda geliştirilen KIBT, kemik yapılar, diş kökleri, maksiller sinüsler ve temporomandibular eklem gibi anatomik oluşumların üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlayarak tedavi planlamasının doğruluğunu artırmıştır (Venkatesh ve Elluru, 2017).

Üç boyutlu görüntüleme; implantoloji, endodonti, ortodonti ve maksillofasiyal cerrahide yaygın olarak kullanılmakta, ayrıca dijital çalışma modelleri ve cerrahi rehberlerle entegrasyonu sayesinde modern dijital diş hekimliğinin temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır (Venkatesh ve Elluru, 2017).

Yapay zekâ destekli görüntü işleme yöntemleri ve gelişmiş rekonstrüksiyon algoritmaları, üç boyutlu görüntüleme

sistemlerinin tanısal performansını artırmaktadır (Pauwels vd., 2012; Kaasalainen vd., 2021).

2.2. İleri Görüntüleme Tekniklerinin Avantaj ve Sınırlılıkları

Üç boyutlu görüntüleme, süperpozisyon ve distorsiyon problemlerini azaltarak anatomik yapıların daha doğru değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca yüksek uzaysal çözünürlük sayesinde lineer ölçümler yüksek doğrulukla gerçekleştirilebilmektedir. (Kaasalainen vd., 2021).

KIBT'nin diğer avantajları arasında kısa görüntüleme süresi, medikal bilgisayarlı tomografiye göre daha düşük radyasyon dozu ve klinik uygulamalara kolay entegrasyonu bulunmaktadır. Bu özellikler, yöntemin implantoloji, endodonti, ortodonti ve ağız, diş ve çene cerrahisinde yaygın biçimde kullanılmasını sağlamıştır (Venkatesh ve Elluru, 2017).

Bununla birlikte ileri görüntüleme yöntemlerinin bazı sınırlılıkları da vardır. KIBT, sert dokuların görüntülenmesinde oldukça başarılı olmasına rağmen yumuşak doku kontrastı bakımından MRG ve medikal BT'ye göre daha yetersizdir. Ayrıca metal restorasyonlar, implantlar ve ortodontik materyaller ışın sertleşmesi ve saçılma artefaktlarına neden olarak görüntü kalitesini azaltabilmektedir. Hasta hareketleri de görüntü netliğini etkileyen önemli faktörlerden biridir (Kaasalainen vd., 2021).

Radyasyon güvenliği de ileri görüntüleme yöntemlerinin kullanımında dikkate alınması gereken temel konulardan biridir. Her ne kadar KIBT'nin radyasyon dozu medikal BT'den düşük olsa da konvansiyonel dental radyografilerden genellikle daha yüksektir. Bu nedenle görüntüleme yalnızca klinik olarak gerekli durumlarda yapılmalı ve mümkün olan en küçük görüntüleme alanı tercih edilmelidir (Horner vd., 2015).

3. KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE ÖZELLEŞMİŞ UYGULAMALAR

3.1. İmplantoloji, Endodonti ve Ortodontide Kullanımı

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), üç boyutlu görüntüleme kapasitesi sayesinde implantoloji, endodonti ve ortodontide yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. KIBT, iki boyutlu radyografilerin anatomik süperpozisyona bağlı sınırlılıklarını büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır.

İmplantolojide KIBT, implant bölgesinin üç boyutlu değerlendirilmesini sağlayarak alveoler kemiğin boyutlarının ve kritik anatomik yapıların güvenilir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca dijital ağız içi taramalarla entegrasyonu sayesinde bilgisayar destekli implant planlaması ve cerrahi rehber üretimi mümkün hale gelmiştir. Düşük dozlu görüntüleme protokolleri ile radyasyon maruziyetinin azaltılması da güncel araştırma konuları arasında yer almaktadır (Bornstein vd., 2014; Kaaber vd., 2024).

Endodontide KIBT, özellikle konvansiyonel radyografilerle değerlendirilemeyen karmaşık vakalarda önemli avantajlar sunmaktadır. Periapikal lezyonların erken dönemde saptanması, kök kanal anatomisinin ayrıntılı olarak incelenmesi, ek kanalların belirlenmesi ve rezorpsiyonların değerlendirilmesi başlıca kullanım alanlarını oluşturmaktadır. Ayrıca kök kırıkları, travmatik yaralanmalar ve başarısız kanal tedavilerinin nedenlerinin araştırılmasında da yüksek tanısal doğruluk sağlamaktadır (Patel vd., 2019; Sharma vd., 2022; Wong vd., 2025).

Ortodontide ise KIBT, kraniyofasiyal yapıların üç boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Gömülü dişlerin lokalizasyonu, kök rezorpsiyonlarının belirlenmesi, hava yolu

analizleri, kraniyofasiyal asimetrilerin değerlendirilmesi ve ortodontik tedavi planlaması sırasında önemli bilgiler sağlamaktadır. Özellikle gömülü kaninlerin komşu dişlerle ilişkilerinin belirlenmesinde KIBT'nin sağladığı üç boyutlu veriler klinik açıdan büyük değer taşımaktadır (Mah vd., 2010; Tadinada vd., 2016; Yanev vd., 2024).

3.2. Maksillofasiyal Patolojiler ve Anatomi Varyasyonlarının Değerlendirilmesi

KIBT, maksillofasiyal bölgedeki patolojik oluşumların ve anatomik varyasyonların değerlendirilmesinde önemli bir tanısal araçtır. Üç boyutlu görüntüleme sayesinde lezyonların boyutu, sınırları, çevre anatomik yapılarla ilişkileri ve oluşturdıkları kemik değişiklikleri ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir (Patel vd., 2019).

Odontojenik kistler ve tümörler, periapikal patolojiler, kemik ekspansiyonları ve destrüktif lezyonlar KIBT ile yüksek doğrulukla değerlendirilebilmektedir. Özellikle lezyonların bukkolingual yayılımının ve çevre dokular üzerindeki etkilerinin belirlenmesi cerrahi planlama açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca apikal periodontitis gibi enfeksiyöz süreçlerin tanısında ve tedavi sonrası iyileşmenin değerlendirilmesinde KIBT'nin konvansiyonel radyografilere göre daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (Sharma vd., 2022; Wong vd., 2025).

KIBT, nazopalatin kanal, mandibular kanal, aksesuar mental foramen ve maksiller sinüs varyasyonlarının üç boyutlu değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yapıların önceden belirlenmesi cerrahi işlemlerde komplikasyon riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Bornstein vd., 2014).

3.3. Temporomandibular Eklem ve Maksiller Sinüs İncelemeleri

Temporomandibular eklem (TME) ve maksiller sinüsler, KIBT'nin yaygın olarak kullanıldığı anatomik bölgeler arasında yer almaktadır. Üç boyutlu görüntüleme sayesinde bu bölgelerdeki kemik yapıların ayrıntılı değerlendirilmesi mümkün olmakta ve tanısal doğruluk artmaktadır.

TME incelemelerinde KIBT özellikle kemik yapıların değerlendirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Kondiler morfoloji, osteofit oluşumu, erozyonlar, subkondral skleroz ve diğer dejeneratif değişiklikler yüksek doğrulukla görüntülenebilmektedir. Ayrıca ortodontik ve ortognatik cerrahi planlamalarında kondil pozisyonu ve yüz asimetritlerinin değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte artiküler disk ve diğer yumuşak dokuların görüntülenmesinde MRG halen altın standart yöntemdir (Mah vd., 2010; Tadinada vd., 2016).

KIBT, odontojenik enfeksiyonların sinüsle ilişkilerinin, implant cerrahisi öncesi risk faktörlerinin ve gömülü dişlerin sinüsle ilişkilerinin değerlendirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Bu nedenle görüntüleme alanı içerisindeki tüm anatomik yapıların sistematik olarak değerlendirilmesi önerilmektedir (Patel vd., 2019).

3.4. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi (Micro-CT) ve Araştırma Uygulamaları

Mikro-bilgisayarlı tomografi (Micro-CT), mikrometre düzeyinde çözünürlük sağlayan ileri bir görüntüleme yöntemi olup özellikle araştırma amaçlı kullanılmaktadır. KIBT ve medikal BT'den daha yüksek uzaysal çözünürlük sunması sayesinde sert dokuların ve biyomateryallerin ayrıntılı analizine olanak tanımaktadır (Wong vd., 2025).

Endodonti alanında Micro-CT, kök kanal anatomisinin değerlendirilmesi, aksesuar kanalların belirlenmesi, preparasyon tekniklerinin karşılaştırılması ve kanal dolgu materyallerinin adaptasyonunun incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İmplantoloji ve kemik araştırmalarında ise trabeküler kemik yapısının, kemik yoğunluğunun ve osseointegrasyon süreçlerinin değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır (Patel vd., 2019; Wong vd., 2025).

Bununla birlikte yüksek maliyet, uzun görüntüleme süresi, yüksek radyasyon dozu ve canlı hastalarda kullanımının sınırlı olması nedeniyle Micro-CT günümüzde daha çok deneysel çalışmalar ve biyomalzeme araştırmalarında tercih edilmektedir. Buna rağmen sağladığı yüksek çözünürlük nedeniyle diş hekimliği araştırmalarında önemli bir referans yöntemi olarak kabul edilmektedir (Patel vd., 2019).

4. MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME VE ULTRASONOGRAFİ UYGULAMALARI

4.1. Temporomandibular Eklem Hastalıkları

Temporomandibular eklem (TME) hastalıklarının tanısında klinik muayene temel olmakla birlikte, görüntüleme yöntemleri tanının doğrulanması ve patolojinin kapsamının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Günümüzde manyetik rezonans görüntüleme (MRG), yüksek yumuşak doku kontrastı sayesinde TME'nin değerlendirilmesinde altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (Bag vd., 2014; Mallya vd., 2023).

MRG, artiküler disk, retrodiskal dokular, bağ yapıları ve eklem sıvısının ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle redüksiyonlu ve redüksiyonsuz disk deplasmanlarının değerlendirilmesinde yüksek tanısal doğruluğa sahiptir. Ayrıca eklem efüzyonları, inflamatuvar değişiklikler ve

erken dönem dejeneratif süreçlerin belirlenmesinde önemli bilgiler sunmaktadır (Poluha vd., 2019).

Kemik yapıların değerlendirilmesinde ise bilgisayarlı tomografi ve KIBT daha avantajlıdır. Bu nedenle TME incelemelerinde görüntüleme yöntemi seçimi klinik soruya göre yapılmalıdır. Son yıllarda ultrasonografi de TME değerlendirmesinde yardımcı yöntem olarak kullanılmaya başlanmış olsa da operatöre bağımlı olması ve derin anatomik yapıların görüntülenmesindeki sınırlılıkları nedeniyle MRG'nin yerini alamamaktadır (Bag vd., 2014).

4.2. Tükürük Bezi ve Yumuşak Doku Patolojileri

Tükürük bezleri ve çevre yumuşak dokuların değerlendirilmesinde ultrasonografi ve MRG en sık kullanılan görüntüleme yöntemleri arasında yer almaktadır. Ultrasonografi; noninvaziv olması, radyasyon içermemesi, düşük maliyeti ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle çoğu olguda ilk tercih edilen yöntemdir. Bez boyutu, parankim yapısı, kanal sistemindeki genişlemeler ve yüzeyel yerleşimli lezyonlar güvenilir biçimde değerlendirilebilmektedir (Rastogi vd., 2012).

Özellikle sialolitiazis, kronik sialadenit ve inflamatuvar süreçlerin değerlendirilmesinde ultrasonografi yüksek tanısal başarı göstermektedir. Bununla birlikte derin yerleşimli lezyonlar ve komşu anatomik yapılarla ilişkilerin incelenmesinde bazı sınırlılıklara sahiptir.

MRG ise üstün yumuşak doku kontrastı sayesinde tükürük bezi tümörlerinin ve çevre dokulara yayılım gösteren lezyonların değerlendirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Lezyonun lokalizasyonu, sınırları, iç yapısı ve komşu anatomik oluşumlarla ilişkileri ayrıntılı olarak incelenebilmektedir. Son yıllarda difüzyon ağırlıklı görüntüleme ve dinamik kontrastlı incelemeler gibi ileri MRG teknikleri, benign ve malign lezyonların ayırıcı

tanısında önemli katkılar sağlamaktadır (Maraghelli vd., 2021; Gökçe ve Beyhan, 2022).

4.3. Elastografi Ultrasonografi Uygulamaları

Elastografi, dokuların sertlik ve elastikiyet özelliklerini değerlendiren gelişmiş bir ultrasonografi yöntemidir. Geleneksel B-mod ultrasonografinin sağladığı morfolojik bilgilere ek olarak doku sertliği hakkında kantitatif veriler sunması nedeniyle son yıllarda baş-boyun bölgesindeki uygulamaları giderek artmıştır (Evirgen ve Kamburoğlu, 2016; Reda vd., 2021).

Günümüzde en yaygın kullanılan yöntemler strain elastografi ve shear-wave elastografidir. Özellikle shear-wave elastografi daha objektif ve tekrarlanabilir sonuçlar sağlayabilmektedir. Tükürük bezi hastalıkları, servikal lenf nodları ve çeşitli yumuşak doku lezyonlarının değerlendirilmesinde elastografi önemli katkılar sunmaktadır. Malign lezyonların çoğunlukla daha yüksek sertlik göstermesi nedeniyle yöntem ayırıcı tanıda yardımcı olabilmektedir (Reda vd., 2021).

Diş hekimliğinde elastografinin kullanım alanları giderek genişlemektedir. Tükürük bezi tümörlerinin karakterizasyonu, lenf nodlarının değerlendirilmesi ve temporomandibular bozukluklarda çiğneme kaslarının incelenmesi başlıca uygulama alanları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte operatör bağımlılığı, standardizasyon eksikliği ve kemik ile hava içeren bölgelerdeki teknik zorluklar yöntemin temel sınırlılıklarını oluşturmaktadır (Joshi vd., 2014; Çağlayan vd., 2021).

4.4. Yüksek Frekanslı Ultrasonografi Uygulamaları

Yüksek frekanslı ultrasonografi (HFUS) ve ultra-yüksek frekanslı ultrasonografi (UHFUS), 20–100 MHz frekans aralığında çalışan ve yüzeyel dokuların yüksek çözünürlükle görüntülenmesini sağlayan gelişmiş ultrasonografi yöntemleridir.

Oral mukoza ve gingiva gibi yüzeyel yapıların ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlayan bu yöntemler, radyasyon içermemeleri ve gerçek zamanlı görüntüleme sunmaları nedeniyle dentomaksillofasiyal görüntülemede giderek daha fazla ilgi görmektedir (Izzetti, 2022).

HFUS'un başlıca kullanım alanları oral mukozal lezyonlar ve oral skuamöz hücreli karsinomlardır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, tümör kalınlığı ve invazyon derinliği ölçümlerinin histopatolojik bulgularla yüksek uyum gösterdiğini ve yöntemin preoperatif değerlendirmede yararlı olabileceğini ortaya koymuştur (Russo vd., 2024).

Periodontoloji alanında ise HFUS; gingival dokuların, periodontal ligamentin ve alveoler kemik yüzeyinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca inflamatuvar değişikliklerin ve periodontal doku özelliklerinin noninvaziv olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte sınırlı penetrasyon derinliği ve operatör bağımlılığı yöntemin temel kısıtlılıkları arasında yer almaktadır (Estrade vd., 2025; Russo vd., 2025).

4.5. İleri Manyetik Rezonans Görüntüleme Teknikleri

MRG teknolojilerindeki gelişmeler, dentomaksillofasiyal bölgedeki patolojilerin daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Dinamik MRG, cine MRG ve yüksek alan gücüne sahip 3 Tesla sistemler, özellikle temporomandibular eklem hastalıklarının değerlendirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır (Gharavi vd., 2022).

Dinamik ve cine MRG teknikleri, mandibular hareket sırasında kondil ve artiküler diskin eş zamanlı olarak izlenmesine olanak vererek disk deplasmanlarının ve fonksiyonel bozuklukların daha ayrıntılı değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca yüksek alan gücüne sahip sistemler sayesinde artiküler disk, retrodiskal dokular ve eklem çevresindeki yumuşak yapılar

daha yüksek çözünürlükle görüntülenebilmektedir (Gharavi vd., 2022).

Sonuç olarak ileri MRG teknikleri, temporomandibular eklem ve diğer dentomaksillofasiyal yumuşak doku patolojilerinin değerlendirilmesinde konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine göre daha ayrıntılı anatomik ve fonksiyonel bilgiler sağlayarak tanı ve tedavi planlamasına önemli katkılar sunmaktadır (Bag vd., 2014; Gharavi vd., 2022).

5. NÜKLEER TIP VE HİBRİT GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

5.1. PET/BT ve SPECT/BT Uygulamaları

Nükleer tıp görüntüleme yöntemleri, dokuların biyolojik ve metabolik özelliklerinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Fonksiyonel ve anatomik görüntüleme tekniklerinin aynı sistemde birleştirilmesiyle geliştirilen hibrit yöntemler tanısal doğruluğu artırmıştır (Bhargava vd., 2012; Vitor vd., 2017).

Pozitron emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi (PET/BT), metabolik aktiviteyi gösteren PET verileri ile anatomik bilgiyi sağlayan BT görüntülerini bir araya getirmektedir. Bu sayede primer tümörlerin lokalizasyonu, bölgesel lenf nodu tutulumu, uzak metastazların belirlenmesi ve tedavi sonrası takip süreçleri daha güvenilir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle baş-boyun bölgesi malignitelerinde PET/BT'nin önemli tanısal katkılar sağladığı bildirilmektedir (Omami ve Tamimi, 2014).

Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT) ise fonksiyonel sintigrafik bulguların anatomik lokalizasyonunun belirlenmesine olanak tanımaktadır. Bu yöntem özellikle kemik metabolizması hastalıkları,

enfeksiyonlar ve çeşitli onkolojik uygulamalarda kullanılmaktadır. Anatomik korelasyonun sağlanması sayesinde yanlış pozitif sonuçlar azaltılmakta ve tanısal güvenilirlik artırılmaktadır (Bhargava vd., 2012).

5.2. Onkolojik ve Kemik Metabolizması Hastalıklarında Kullanımı

Onkoloji, hibrit görüntüleme yöntemlerinin en önemli kullanım alanlarından biridir. Baş-boyun kanserlerinde tümör evrelemesi, metastatik yayılımın belirlenmesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde PET/BT yaygın olarak kullanılmaktadır. Artmış metabolik aktivitenin görüntülenebilmesi sayesinde primer tümörler ve metastatik odaklar yüksek duyarlılıkla saptanabilmektedir. Ayrıca tedavi sonrasında ortaya çıkan inflamatuvar değişikliklerin rezidüel tümör dokusundan ayırt edilmesinde de önemli katkılar sağlamaktadır (Omami ve Tamimi, 2014).

Son yıllarda geliştirilen PET/MRG sistemleri, PET'in fonksiyonel verileri ile MRG'nin üstün yumuşak doku kontrastını bir araya getirmektedir. Bu yöntem özellikle baş-boyun bölgesinin karmaşık anatomik yapılarının değerlendirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Daha düşük radyasyon maruziyeti sağlaması ve yumuşak doku görüntüleme kapasitesinin yüksek olması nedeniyle gelecekte kullanım alanlarının daha da genişlemesi beklenmektedir (Samolyk-Kogaczewska vd., 2020; Vitor vd., 2017).

Kemik metabolizması hastalıklarında da hibrit görüntüleme yöntemleri önemli rol oynamaktadır. Özellikle kemik sintigrafisinde saptanan şüpheli odakların anatomik olarak lokalize edilmesinde SPECT/BT önemli avantajlar sağlamaktadır. Metastatik kemik lezyonlarının dejeneratif değişikliklerden ayrılması ve hastalığın yaygınlığının

belirlenmesi tedavi planlaması açısından büyük önem taşımaktadır (Bhargava vd., 2012).

6. YAPAY ZEKA DESTEKLİ GÖRÜNTÜLEME UYGULAMALARI

6.1. Otomatik Görüntü Analizi ve Tanı Sistemleri

Yapay zekâ (YZ), son yıllarda diş hekimliği ve radyoloji alanlarında önemli gelişmeler göstermiş ve özellikle görüntüleme verilerinin analizinde geniş kullanım alanı bulmuştur. Dijital görüntüleme sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte artan veri miktarı, görüntülerin değerlendirilmesinde yapay zekâ destekli sistemlere olan ilgiyi artırmıştır. Bu sistemler, büyük veri kümelerinden öğrenerek görüntülerdeki karmaşık örüntüleri tanımlayabilmekte ve tanısal süreçlere destek sağlayabilmektedir (Nagi vd., 2020).

Diş hekimliğinde yapay zekâ uygulamaları en sık panoramik radyografiler ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri üzerinde kullanılmaktadır. Geliştirilen algoritmalar; dişlerin otomatik tanımlanması, anatomik yapıların segmentasyonu, çürük lezyonlarının, periapikal patolojilerin ve periodontal kemik kayıplarının tespit edilmesi gibi birçok görevde yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilmektedir (Katsumata, 2023).

Yapay zekâ sistemleri yalnızca patolojilerin saptanmasında değil, aynı zamanda görüntülerin ön değerlendirilmesi, klinisyen iş yükünün azaltılması ve olası bulguların önceliklendirilmesinde de önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle tekrarlayan değerlendirmelerde hata oranlarının azaltılması ve görüntü analiz süresinin kısaltılması açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Turosz vd., 2023).

Bununla birlikte mevcut sistemlerin performansı büyük ölçüde eğitim verilerinin kalitesine ve çeşitliliğine bağlıdır. Farklı popülasyonlarda ve farklı görüntüleme sistemlerinde benzer başarı düzeylerinin sağlanabilmesi için çok merkezli doğrulama çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle günümüzde yapay zekâ uygulamaları, klinisyenin yerini alan sistemler olarak değil, karar destek araçları olarak değerlendirilmektedir (Inchingolo vd., 2025).

6.2. Büyük Dil Modelleri ve Gelecek Perspektifi

Yapay zekâ alanındaki en önemli gelişmelerden biri büyük dil modelleri (Large Language Models, LLM) ve çok modlu yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesidir. Bu sistemler yalnızca metinleri işlemekle kalmayıp görüntü verilerini ve klinik bilgileri birlikte değerlendirebilmektedir. Böylece radyolojik görüntülerin yorumlanması, raporlanması ve klinik karar süreçlerinin desteklenmesi mümkün hale gelmektedir (Nam vd., 2025).

Çok modlu büyük dil modelleri, görüntüleme bulgularını hasta öyküsü, laboratuvar sonuçları ve diğer klinik verilerle birlikte analiz edebilmektedir. Bu özellikleri sayesinde otomatik rapor oluşturma, görsel soru-cevap sistemleri ve klinik karar destek uygulamalarında kullanılabilecekleri düşünülmektedir. Ayrıca literatür temelli öneriler sunabilmeleri ve karmaşık klinik bilgileri özetleyebilmeleri, bu teknolojilerin sağlık alanındaki potansiyelini artırmaktadır (Inchingolo vd., 2025).

Bununla birlikte büyük dil modellerinin klinik kullanımında bazı önemli sınırlılıklar bulunmaktadır. Özellikle “halüsinasyon” olarak tanımlanan ve gerçekte var olmayan bilgilerin doğruymuş gibi sunulabilmesi, sağlık alanındaki en önemli risklerden biridir. Bu nedenle mevcut bilgiler doğrultusunda büyük dil modellerinin bağımsız karar vericiler

olarak değil, uzman klinisyenleri destekleyen yardımcı sistemler olarak kullanılması önerilmektedir (Nam vd., 2025).

Gelecekte yapay zekâ uygulamalarının panoramik radyografi, KIBT, MRG ve diğer görüntüleme yöntemlerinden elde edilen verileri aynı platformda değerlendirebilen bütünsel sistemlere dönüşmesi beklenmektedir. Daha büyük veri kümeleri üzerinde eğitilen, klinik olarak doğrulanmış ve açıklanabilir yapay zekâ modellerinin geliştirilmesiyle birlikte bu teknolojilerin diş hekimliği pratiğinde daha yaygın kullanım alanı bulacağı öngörülmektedir.

7. SONUÇ

İleri görüntüleme teknolojileri, diş hekimliğinde tanı, tedavi planlaması ve takip süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Özellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), üç boyutlu görüntüleme kapasitesi sayesinde implantoloji, endodonti, ortodonti ve ağız, diş ve çene cerrahisinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme ve ultrasonografi ise yumuşak doku patolojilerinin değerlendirilmesinde tamamlayıcı rol üstlenmektedir.

PET/BT, SPECT/BT ve PET/MRG gibi hibrit görüntüleme yöntemleri, anatomik ve fonksiyonel bilgileri bir araya getirerek özellikle onkolojik olgularda tanısal doğruluğu artırmaktadır. Bunun yanında yapay zekâ destekli sistemler, görüntü analizinin hızlandırılması ve klinik karar süreçlerinin desteklenmesi açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak, görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler diş hekimliğinde daha doğru tanı, daha güvenilir tedavi planlaması ve daha öngörülebilir klinik sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapay zekâ destekli uygulamaların ve gelişmiş görüntüleme sistemlerinin

yaygınlaşmasıyla birlikte bu teknolojilerin klinik kullanımdaki öneminin daha da artması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Bag, A. K., Gaddikeri, S., Singhal, A., Hardin, S., Tran, B. D., Medina, J. A., & Curé, J. K. (2014). Imaging of the temporomandibular joint: An update. *World Journal of Radiology*, 6(8), 567–582.
- Bhargava, P., Kumar, R., & Zhuang, H. (2012). PET/CT and SPECT/CT imaging in head and neck cancers. *Indian Journal of Nuclear Medicine*, 27(1), 1–12.
- Bornstein, M. M., Scarfe, W. C., Vaughn, V. M., & Jacobs, R. (2014). Cone beam computed tomography in implant dentistry: A systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Suppl.), 55–77.
- Çağlayan, F., Tozoğlu, U., & Kamburoğlu, K. (2021). Applications of ultrasonography and elastography in dentomaxillofacial radiology. *Oral Radiology*, 37(1), 1–12.
- Estrade, L., Delpierre, A., Rimbaud, V., Denis, F., Rochefort, G. Y., & Renaud, M. (2025). High-frequency intraoral ultrasonography for periodontal tissue characterization: A pilot study exploring echogenic signatures and inflammation detection. *BMC Oral Health*, 26, 97.
- Evirgen, Ş., & Kamburoğlu, K. (2016). Ultrasonographic elastography applications in oral and maxillofacial radiology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(7), 20150311.
- Gharavi, M. H., et al. (2022). Advanced magnetic resonance imaging techniques in temporomandibular joint disorders. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*, 10(2), 45–54.

- Gökçe, E., & Beyhan, M. (2022). Advanced magnetic resonance imaging techniques in salivary gland tumors. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 28(4), 321–329.
- Horner, K., O'Malley, L., Taylor, K., & Glenney, A. M. (2015). Guidelines for clinical use of cone beam computed tomography in dental and maxillofacial radiology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(1), 20140225.
- Inchingolo, A. D., Malcangi, G., Ferrante, L., et al. (2025). Artificial intelligence and large language models in oral and maxillofacial radiology: Current applications and future perspectives. *Diagnostics*, 15(1), 1–15.
- Joshi, G., Katti, G., & Bhaskar, V. (2014). Elastography in head and neck imaging: Current applications and future directions. *Journal of Clinical Imaging Science*, 4(1), 29.
- Izzetti, R. (2022). Ultra-high frequency ultrasound in oral and maxillofacial imaging. In: *Oral and Maxillofacial Ultrasonography*. Springer Nature, Cham, 261–289.
- Kaaber, A., Politis, C., & Jacobs, R. (2024). Low-dose cone beam computed tomography protocols for implant treatment planning: A review of current evidence. *Clinical Oral Investigations*, 28(2), 1–12.
- Kaasalainen, T., Ekholm, M., Siiskonen, T., & Kortenesniemi, M. (2021). Dental cone beam CT: Current concepts and future perspectives in oral imaging. *Physica Medica*, 88, 60–72.
- Katsumata, A. (2023). Artificial intelligence applications in dental radiology. *Japanese Dental Science Review*, 59, 150–160.
- Mah, J. K., Huang, J. C., & Choo, H. (2010). Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *Journal of the American Dental Association*, 141(Suppl. 3), 7S–13S.

- Mallya, S. M., Lam, E. W. N., & White, S. C. (2023). Magnetic resonance imaging of temporomandibular joint disorders. *Oral and Maxillofacial Radiology Clinics of North America*, 31(2), 145–160.
- Maraghelli, C., Cicciù, M., Fiorillo, L., et al. (2021). Magnetic resonance imaging and ultrasonography in salivary gland diseases. *Journal of Clinical Medicine*, 10(5), 1021.
- Nam, Y., Kim, D. Y., Kyung, S., Seo, J., et al. (2025). *Multimodal Large Language Models in Medical Imaging: Current State and Future Directions*. Korean Journal of Radiology, 26(10), 900–923.
- Nagi, R., Yaduwanshi, P., Sharma, A., et al. (2020). Artificial intelligence in dental radiology: Current status and future perspectives. *Oral Radiology*, 36(4), 343–351.
- Omami, G., & Tamimi, D. (2014). PET/CT imaging in oral and maxillofacial pathology. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 26(3), 387–397.
- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., & Lambrechts, P. (2019). Cone beam computed tomography in Endodontics – A review. *International Endodontic Journal*, 52(8), 1138–1152.
- Poluha, R. L., Canales, G. T., Costa, Y. M., Grossmann, E., & Bonjardim, L. R. (2019). Temporomandibular joint disc displacement: Imaging and clinical considerations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 127(4), 302–309.
- Rastogi, R., Bhargava, S., Mallarajapatna, G. J., & Singh, S. K. (2012). Ultrasonography of salivary gland lesions. *Journal of Clinical Imaging Science*, 2, 52.

- Reda, R., Zanza, A., Mazzoni, A., et al. (2021). Ultrasound elastography in head and neck pathology: A review. *Diagnostics*, 11(6), 1006.
- Russo, A., Patanè, V., Fusco, L., Faggioni, L., Boschetti, C. E., Santagata, M., Neri, E., Cappabianca, S., & Reginelli, A. (2024). Reliability of ultrasonographic assessment of depth of invasion and tumor thickness in intraoral mucosa lesions: A preliminary experience. *Journal of Clinical Medicine*, 13(9), 2595.
- Russo, A., Patanè, V., Nardone, V., Grassi, R., Pinto, A., Alessandrella, M. C., Pezzella, M. C., Boschetti, C. E., Santagata, M., & Reginelli, A. (2025). Anatomical evaluation of gingival tissues using ultra-high-frequency ultrasound: A preliminary study. *Periodontal and Implant Research*, 9, 13.
- Samolyk-Kogaczewska, N., Sierko, E., Zuzda, K., & Reszec, J. (2020). PET/MRI in head and neck oncology: Current applications and future directions. *Cancers*, 12(6), 1–18.
- Sharma, U., Aggarwal, V., & Singla, M. (2022). Cone beam computed tomography in diagnosis and management of apical periodontitis. *Journal of Conservative Dentistry*, 25(3), 205–212.
- Tadinada, A., Mahdian, M., Jadhav, A., & Schincaglia, G. P. (2016). Applications of cone beam computed tomography in orthodontics and temporomandibular joint assessment. *Dental Clinics of North America*, 60(1), 85–104.
- Turosz, N., Korytkowski, M., & Obuchowicz, R. (2023). Artificial intelligence in dental imaging: Current applications and future trends. *Diagnostics*, 13(7), 1214.
- Venkatesh, E., & Elluru, S. V. (2017). Cone beam computed tomography: Basics and applications in dentistry. *Journal*

of Istanbul University Faculty of Dentistry, 51(3 Suppl 1), S102–S121.

- Vitor, M., Ribeiro, M., & Rocha, A. (2017). Hybrid imaging techniques in oncology: PET/CT, SPECT/CT and PET/MRI. *European Journal of Radiology, 95*, 1–10.
- Wong, A. W. Y., Zhang, Y., & Patel, S. (2025). Advanced imaging techniques in endodontics and dental research. *International Endodontic Journal, 58(2)*, 115–128.
- Yanev, N., Georgiev, T., & Peev, T. (2024). Three-dimensional imaging in orthodontics: Current concepts and future applications. *Progress in Orthodontics, 25(1)*, 1–12

MAKSİLLA VE MANDİBULA ANATOMİK VARYASYONLAR

Nurşat TÜRKER¹

Habibe DEMİR²

1. GİRİŞ

Maksilla ve mandibula, kraniyofasiyal kompleksin temel bileşenlerini oluşturan ve çiğneme, fonasyon, solunum ile yüz estetiğinin sürdürülmesinde önemli fonksiyonlar üstlenen kemik yapılarıdır. Embriyolojik gelişim sürecindeki farklılaşmalar ve bireysel morfolojik özellikler, bu yapılarda çeşitli anatomik varyasyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Anatomik varyasyonlar, çoğunlukla asemptomatik seyreden ve patolojik süreçlerle karıştırılabilen normal morfolojik farklılıklar olarak tanımlanmaktadır (Ito et al., 2022). Bu varyasyonların doğru tanınması, radyolojik görüntülerin yorumlanması sırasında yanlış tanıların önlenmesi ve gereksiz girişimlerin engellenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) yaygın kullanıma girmesiyle birlikte, maksilla ve mandibulada bulunan anatomik yapıların üç boyutlu olarak ayrıntılı değerlendirilmesi mümkün hale gelmiş ve daha önce konvansiyonel radyografilerde gözden kaçabilen birçok varyasyonun prevalansı daha doğru şekilde ortaya konulmuştur (White & Pharoah, 2024). Güncel çalışmalar; mandibular kanal varyasyonları, aksesuar mental

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0000-0003-4546-846X.

² Arş. Gör., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi, ORCID: 0009-0005-7691-8007.

foramenler, lingual foraminalar, retromolar kanallar ve maksiller sinüs morfolojisindeki farklılıkların toplumlar arasında değişken sıklıkta görüldüğünü ve cerrahi uygulamalar açısından klinik önem taşıdığını göstermektedir (Okiriamu et al., 2023; Doğan & Kotanlı, 2024). Bu nedenle maksilla ve mandibulada görülen anatomik varyasyonların sistematik biçimde ele alınması hem klinik uygulama hem de radyolojik yorum açısından büyük önem taşımakta; bu bölüm de söz konusu gereksinimden hareketle hazırlanmıştır.

2. MAKSİLLA VARYASYONLARI

2.1. Maksiller Sinüs Varyasyonları

Paranasal sinüsler arasında en geniş hacme sahip olan maksiller sinüs, üst çene gövdesi içinde konumlanmakta ve belirgin boyutsal ile morfolojik farklılıklar göstermektedir. Bu varyasyonlar, sinüsü ilgilendiren cerrahi girişimlerde komplikasyon riskini doğrudan belirleyen anatomik etkenler olarak öne çıkmaktadır (Lee et al., 2010).

Septal oluşumlar, sinüs tabanını parsiyel olarak bölen kemik çıkıntılardır. Bu septalar, sinüs lifting prosedürlerinde, Schneiderian membranının kaldırılması sırasında beklenmedik bir direnç noktası oluşturarak perforasyon riskini artırmaktadır (Pommer et al., 2012). Septal morfoloji, yalnızca bir anatomik varyasyon olarak değil; aynı zamanda cerrahi güçlük ve perforasyon riski açısından belirleyici bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Septumun tipi, yüksekliği, lokalizasyonu ve yönelimi, bireysel anatomik farklılıklarla birlikte perforasyon riskini şekillendiren temel değişkenler arasında yer almaktadır (Türker et al., 2026).

Hipoplazi, sinüsün gelişimsel yetersizlik nedeniyle normalden küçük ya da rudimenter kalmasıdır. Bu durumda

lateral duvar ile orbital taban arasındaki anatomik ilişki değişmekte, sinüsün küçük hacmi komşu yapılarla olan sınırları belirsizleştirerek radyolojik değerlendirmede yanlış yoruma yol açabilmektedir (Emirzeoglu et al., 2006).

Pnömatizasyon, maksiller sinüsün çevre kemiğe doğru genişlemesi olarak tanımlanmakta olup posterior diş kayıplarının ardından belirginleşmektedir. Sinüs tabanının alveol kretine yaklaşması, implant yerleşimi için gerekli kemik yüksekliğini kritik ölçüde azaltmakta ve augmentasyon ihtiyacını doğurmaktadır. Bu nedenle implant planlaması öncesinde pnömatizasyonun kapsamının KIBT ile değerlendirilmesi vazgeçilmez bir adım olarak kabul edilmektedir (Sharan & Madjar, 2008).

Alveoler resesler, üst molar dişlerin köklerinin sinüs tabanına yaklaşması ya da sinüs lümenine projekte olmasıdır. Kök uçları ile sinüs mukozası arasındaki bu anatomik yakınlık, diş çekimi, periapikal cerrahi ve endodontik tedavi sırasında oroantral kommunikasyon gelişme olasılığını belirgin biçimde yükseltmekte ve tedavi protokolünü doğrudan etkilemektedir (Maestre-Ferrín et al., 2011).

2.2. Nazopalatin Kanal ve İnsiziv Foramen Varyasyonları

Nazopalatin kanal, maksiller kemiğin orta hat ön bölgesinde yer alan ve nazal kaviteyi insiziv foramen aracılığıyla ağız tavanına bağlayan anatomik bir geçit yapısıdır. Bu kanaldan nazopalatin sinir ile sfenopalatin arterin terminal dalları geçmekte; yapı hem duysal innervasyonda hem de vasküler beslenmede işlevsel bir rol üstlenmektedir. Kanalin uzunluğu, çapı, şekli ve ağız tavanına açılış biçimi bireyler arasında belirgin farklılıklar göstermekte olup bu varyasyonlar özellikle ön maksilla bölgesine yönelik implant uygulamaları ve cerrahi girişimlerde kritik anatomik referans noktaları olarak

değerlendirilmektedir (Mraiwa et al., 2004). Sagittal kesitlerde silindirik, koni, huni, kum saati, ağaç dalı ve muz; koronal kesitlerde ise tek kanal, çift kanal ve Y tipi olmak üzere çeşitli morfolojik formlar tanımlanmıştır (Türker & Göller Bulut, 2025). Geniş kanal varyasyonu, insiziv kanalın beklenen boyutların ötesinde genişlemesiyle karakterize bir anatomik farklılıktır. Bu durumda santral kesici diş bölgesine planlanacak bir implant, kanal lümeniyle doğrudan temas edebilmekte ya da kanalı kısmen oblitere ederek nazopalatin sinirde kalıcı paresteziye yol açabilmektedir. Bu nedenle geniş kanal varlığında kemik grefti ile kanal augmentasyonu yapılması ya da implant pozisyonunun yeniden planlanması gerekebilmektedir (Bornstein et al., 2011).

Çift ve çoklu insiziv foramen varyasyonu, kanalın tek bir açıklık yerine iki ya da daha fazla foramenle damak mukozasına açılmasıdır. Bu anatomik özellik, palatal flep kaldırma ve ön bölge kemik grefti prosedürlerinde sinir dallarının olağandışı bir seyir izlemesine neden olmakta; beklenmedik kanama ve yetersiz lokal anestezi komplikasyonlarını beraberinde getirebilmektedir (Mraiwa et al., 2004).

Y şeklinde kanal varyasyonu, kanalın inferior segmentinin iki ayrı kanala bölünerek bağımsız foramenlerle sonlanmasıdır (Bornstein et al., 2011). Bu yapısal durum radyolojik incelemede dikkat gerektirmektedir, zira Y şeklindeki bifurkasyon görüntüsü, KIBT kesitlerinde nazopalatin kist veya periapikal lezyon ile kolaylıkla karıştırılabilmekte ve gereksiz cerrahi müdahaleye yol açabilmektedir (Bornstein et al., 2011). Türk popülasyonunda gerçekleştirilen bir KIBT çalışmasında Y tipi kanal %27.9 oranında gözlemlenmiş olup bu varyasyonun yok sayılamayacak bir sıklıkta görüldüğü bildirilmiştir (Türker & Göller Bulut, 2025). Bu nedenle ön bölge lezyonlarının ayırıcı tanısında kanal varyasyonlarının göz önünde bulundurulması büyük önem taşımaktadır.

2.3. Torus Palatinus ve Ekzostozlar

Torus palatinus, sert damağın orta hattında gelişen, yavaş büyüyen ve benign karakterli bir kemik çıkıntısıdır. Klinik seyri çoğunlukla asemptomatiktir; ancak belirli bir boyutu aştığında tam protez yapımını güçleştirmekte ve mukozal ülserasyona zemin hazırlamaktadır. Torus palatinus yassı, nodüler, lobüler ve iğ şeklinde olmak üzere dört morfolojik formda sınıflandırılmaktadır. Üzerindeki mukozanın ince yapısı nedeniyle bası altında kolayca ülser olan bu oluşum, protez planlamasını olumsuz etkilediği durumlarda eksizyon endikasyonu doğmaktadır (Jainkittivong & Langlais, 2000).

Bukkal ekzostozlar, posterior alveolar kemiğin vestibüler yüzeyinde gelişen benign kemik çıkıntılarıdır. Genellikle bilateral ve simetrik yerleşim göstermekte; aşırı oklüzal yüklerin lokal kemik apozisyonunu uyardığı bölgelerde ortaya çıkmaktadır. Tek başına tedavi gerektirmemekle birlikte periodontal cerrahi ve implant öncesi hazırlık aşamalarında cerrahi müdahale zorunlu hale gelebilmektedir (García-García et al., 2010).

Palatal ekzostozlar ise torus palatinustan bağımsız olarak, molar dişlerin palatal köklerine komşu bölgelerde gelişen sınırlı boyutlu kemik kabarıklıklarıdır. Periodontal flep operasyonlarında flebin yeniden konumlandırılmasını ve yara kapanmasını olumsuz etkileyebilmektedir (García-García et al., 2010).

2.4. Maksiller Zigomatik Proses Varyasyonları

Maksiller zigomatik proses, yüz iskeletinin lateral desteğini oluşturan ve posterior maksiller bölgenin yapısal sürekliliğini sağlayan kemik çıkıntıdır. Boyutu, kalınlığı ve uzanım yönü bireyler arasında belirgin farklılıklar sergilemekte; bu varyasyonlar özellikle posterior maksillaya yönelik implant uygulamalarında ve Le Fort I osteotomi prosedürlerinde doğrudan klinik önem taşımaktadır (Uchida et al., 2001).

Proses boyutu ve kalınlık varyasyonları, zigomatik prosesin mediolateral genişliği ile vertikal yüksekliğindeki bireysel farklılıkları kapsamaktadır. Prosesin belirgin biçimde geniş ve aşağı uzanımlı olduğu vakalarda maksiller sinüs hacmi kısıtlanmakta; bu durum posterior bölge implant planlamasında kullanılabilir kemik hacmini olumsuz etkilemektedir. Buna karşın, geniş bir zigomatik proses, zigomatik implant yerleştirilmesi için elverişli bir destek noktası oluşturabilmektedir (Uchida et al., 2001).

Konveks ve düzensiz yüzey varyasyonları, prosesin bukkal korteksinde gelişen düzensizlikler ve ekzostotik kabarıklıklardır. Bu yapısal özellikler Le Fort I osteotomi sırasında osteotomi hattının planlanmasını güçleştirmekte; proses boyunca ilerleyen kesinin sapmasına ve istenmeyen kırık hatlarına zemin hazırlayabilmektedir (Rachmiel et al., 2006).

Zigomatikoalveolar kret varyasyonları, prosesin alveolar kemikle birleştiği bölgedeki morfolojik farklılıklardır. Bu kret belirgin ve öne uzanımlı olduğunda posterior maksillada oklüzal kuvvetlerin dağılımını etkilemekte; aynı zamanda arka bölge dişlerin bukkal köklerine olan yakınlığı nedeniyle periodontal ve endodontik cerrahi girişimlerde anatomik bir sınır oluşturmaktadır (Filho et al., 2016). KIBT, bu bölgenin üç boyutlu değerlendirilmesine olanak tanıyarak cerrahi öncesi anatomik planlamayı önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır (Vasiljevic et al., 2024).

2.5. Maksiller Tüber Varyasyonları

Maksiller tüber, üst çenenin en posterior bölgesinde, son molar dişin distalinde yer alan yuvarlak kemik çıkıntısıdır. Boyutu, yoğunluğu ve pnömatisasyon derecesi bireyler arasında önemli farklılıklar göstermektedir; bu varyasyonlar posterior implant planlaması, protetik tedavi ve tüber bölgesinden kemik

grefti alınması süreçlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Misch, 2008).

Hipertrofik tüber varyasyonu, tüberin normalden büyük ve aşağı uzanımlı olmasıdır. Bu durumda üst ve alt çene dişleri arasındaki kapanış mesafesi azalmakta; sabit veya hareketli protetik restorasyon için yeterli vertikal alan oluşturulamamaktadır. Hipertrofik tüber, oklüzal düzlemi olumsuz etkilediğinde, cerrahi küçültme işlemi olan tüberoplasti gerekli hale gelmektedir (Misch, 2008).

Pnömatize tüber varyasyonu, maksiller sinüsün tüber bölgesine doğru belirgin biçimde genişlemesiyle oluşmaktadır. Bu varyasyonda tüber içindeki spongiöz kemik hacmi azalmakta; implant yerleştirilmesi için gereken kemik yüksekliği ve yoğunluğu yetersiz kalabilmektedir. Aynı zamanda tüberden greft alınması planlandığında pnömatizasyon, elde edilebilecek kemik miktarını kısıtlamakta ve sinüs perforasyonu riskini artırmaktadır (Misch, 2008).

Kemik yoğunluğu varyasyonları, tüber bölgesinin diğer maksiller bölgelerle kıyaslandığında doğası gereği daha düşük kemik kalitesine sahip olmasıyla ilgilidir. Tüber kemiği büyük ölçüde tip III ve tip IV kemik yapısından oluşmakta; bu durum implant primer stabilitesini azaltarak osseointegrasyon başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle tüber bölgesine yerleştirilecek implantlarda osseointegrasyon süreci daha uzun tutulmalı; yükleme protokolü kemik kalitesine göre bireyselleştirilmelidir (Fugazzotto et al., 2004).

2.6. Maksiller Alveoler Kemik Varyasyonları

Maksiller alveoler kemik, dişleri çevreleyen ve taşıyan kemik yapısı olup yükseklik, genişlik ve yoğunluk bakımından bireyler arasında belirgin farklılıklar sergilemektedir. Bu varyasyonlar implant cerrahisi, ortodontik tedavi ve periodontal

girişimlerin planlanmasında temel belirleyici etkenler arasında yer almaktadır (Cawood & Howell, 1988).

Kret yüksekliği ve genişliği varyasyonları, diş kayıplarının ardından alveoler kemiğin hem vertikal hem de horizontal yönde progresif rezorpsiyona uğramasıyla ortaya çıkmaktadır. Cawood ve Howell bu süreci altı sınıfta tanımlamış; ileri evrelerde kretin bıçak sırtı görünümü aldığını ve implant yerleştirilmesi için yetersiz kemik hacmine yol açtığını ortaya koymuştur (Cawood & Howell, 1988).

Fenestrasyon ve dehiscens varyasyonları, diş köklerini örten bukkal korteksin parsiyel ya da tam eksikliğini ifade etmektedir. Fenestrasyonda kök yüzeyi sınırlı bir alanda açıkta kalırken, dehiscensta bu eksiklik kret tepesine kadar uzanmaktadır. Her iki durum da ortodontik tedavi sırasında gingival çekilme ve kök rezorpsiyonu riskini artırmaktadır (Evangelista et al., 2010). Periodontal ve implant cerrahisi açısından ise bu bölgelerde flep kaldırılması sırasında dikkatli diseksiyon yapılması gerekmektedir (Jepsen et al., 2023).

Kortikal kemik kalınlığı ve yoğunluk varyasyonları, bölgeden bölgeye önemli farklılıklar göstermektedir. Anterior maksilla genellikle daha yoğun bir yapı sunarken posterior bölge daha az yoğun ve trabeküler karakterdedir. İnce bukkal korteks implant yerleştirme sırasında fenestrasyon riskini artırırken, düşük kemik yoğunluğu primer stabiliteyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle posterior maksillada daha geniş çaplı veya yüzey özellikleri artırılmış implantların tercih edilmesi önerilmektedir (Misch, 2008).

2.7. Canalis Sinuosus Varyasyonları

Canalis sinuosus, anterior superior alveoler sinir ve arterin anterior maksillada izlediği kıvrımlı kemik kanalıdır.

Piriform aperturanın lateralinden başlayarak alveoler krete doğru uzanan bu kanal, ön bölge implant cerrahisinde ve periapikal girişimlerde önem taşıyan ancak klinik pratikte yeterince tanınmayan bir anatomik yapıdır (Mraiwa et al., 2004).

Ana kanal varyasyonları, kanalın çapı, seyir yönü ve alveoler krete olan mesafesindeki bireysel farklılıkları kapsamaktadır. Kanal unilateral ya da bilateral seyredebilmekte; bazı çalışmalarda tüm olgularda bilateral görüldüğü bildirilirken bilateral görülme oranı çalışmalar arasında %48 ile %100 arasında değişmektedir (Türker et al., 2024). Kanalın geniş çaplı seyrettiği vakalarda anterior bölgeye yerleştirilecek implantların kanal lümeniyle kesişme riski artmakta; bu durum postoperatif parestezi ve kanama komplikasyonlarına zemin hazırlayabilmektedir (de Oliveira-Santos et al., 2013). Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülemesi yapılmaksızın kanal varlığının ve seyrinin tahmin edilmesi güç olduğundan, ön bölge implant planlamasında üç boyutlu değerlendirme zorunlu görülmektedir (Mraiwa et al., 2004).

Aksesuar dal varyasyonları, ana kanaldan ayrılan ince yan dalların sayısı ve uzanım yönündeki farklılıklardır. Bu aksesuar dallar, anterior dişlerin labial mukozasına ve bukkal kemiğe ulaşan küçük sinir ve damar yapılarını barındırmaktadır. Subperiostal flep kaldırma işlemleri sırasında bu dalların bütünlüğünün bozulması, mukozal duyu kaybına ve kontrol edilmesi güç kanamaya neden olabilmektedir (de Oliveira-Santos et al., 2013). Türk popülasyonuna yönelik gerçekleştirilen bir KIBT çalışmasında aksesuar kanalların ağırlıklı olarak lateral kesici bölgesinde sonlandığı ve tüm vakalarda palatal kortekste açıldığı bildirilmiştir (Türker et al., 2024).

3. MANDİBULA VARYASYONLARI

3.1. Mandibular Kanal Varyasyonları

Bifid mandibular kanal, ana kanalın iki ayrı lümene bölünmesiyle oluşan ve literatürde en kapsamlı biçimde incelenen varyasyon türüdür (Naitoh et al., 2009). Naitoh ve arkadaşları (2009) bu varyasyonu dört alt tipe ayırmıştır: Tip 1'de üst dal kısa bir mesafe kat ettikten sonra ana kanalla yeniden birleşir; Tip 2'de üst dal retromolar bölgede bağımsız olarak sonlanır; Tip 3'te ana kanaldan hem üst hem alt yönde ayrı dallar çıkar; Tip 4'te ise iki kanal foramen mandibuladan itibaren birbirinden tamamen bağımsız seyreder. Türker ve arkadaşları (2026), bu sınıflamayı kanal kökeni ve sonlanma noktasını da kapsayan modifiye bir sistem ile genişletmiş; anterior tip kanalın en sık görülen varyant olduğunu (%42,1) ortaya koymuştur (Türker et al., 2026). Panoramik radyografide prevalans %0,08–0,9 arasında kalırken, KIBT çalışmalarında bu oran %15–65'e ulaşmaktadır (Samieirad et al., 2023; Kuribayashi et al., 2010). Söz konusu belirgin fark, bifid kanalın gerçek prevalansının iki boyutlu görüntülemeyle uzun yıllar boyunca küçümsendiğine işaret etmekte ve preoperatif KIBT değerlendirmesinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. (Kuribayashi et al., 2010, Sisman et al., 2012).

Trifid mandibular kanal, ana kanalın eş zamanlı olarak üç bağımsız lümene ayrıldığı ve bifid varyasyona kıyasla çok daha nadir görülen bir anatomik varyantı temsil etmektedir. Trifid kanal varlığının posterior mandibulada gerçekleştirilen implant cerrahisi ve sagittal split osteotomisi gibi girişimlerde standart görüntüleme yöntemlerinin yetersiz kalabileceğini gösterdiği ve bu nedenle mutlaka KIBT ile preoperatif değerlendirme yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Sisman et al., 2012).

Aksesuar mandibular kanal terimi, ana kanaldan ayrılarak klasik mental foramen dışındaki bölgelerde sonlanan küçük çaplı ek kanalları tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu varyantlar

arasında retromolar kanal, molar bölgenin distalinde ana kanaldan ayrılarak retromolar fossada sonlanmakta ve bölgeye aksesuar duyu innervasyonu sağlamaktadır. Anterior lingual kanal ise mandibula simfizinin iç yüzeyinde seyretmekte olup sublingual ve submental damarları barındırması nedeniyle anterior implant cerrahisinde ciddi kanama komplikasyonlarına yol açabilmektedir (Bilecenoglu & Tuncer, 2006). Tüm bu varyasyonların ortak klinik önemi, yetersiz preoperatif değerlendirme durumunda fark edilmeden hasara uğrayabilecek nörovasküler yapılar barındırmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle implant yerleştirme, gömük diş cerrahisi ve ortognatik cerrahi gibi girişimler öncesinde KIBT ile sistematik tarama yapılması günümüzde standart klinik uygulama olarak kabul görmektedir (Kuribayashi et al., 2010).

3.2. Mental Foramen Varyasyonları

Konumu ve sayısal varyasyonlar; mental foramen, inferior alveoler sinirin mandibuladan çıkış noktasını oluşturur ve standart anatomide ikinci premoların altında konumlanır (Ngeow & Yuzawati, 2003). İleri yaş ve tam dişsizlik olgularında alveoler kemik rezorpsiyonu forameni krest tepesine yaklaştırmakta; bu durum implant planlaması ve protetik tedaviyi doğrudan etkilemektedir (Greenstein & Tarnow, 2006).

Aksesuar mental foramen; standart foramene ek olarak mandibulada oluşan bir ya da birden fazla küçük açıklığı tanımlar. Bu açıklıklar inferior alveoler sinirin aksesuar terminal dallarını dışarı vererek bölgeye ek duyu innervasyonu sağlar. Genellikle ana foramenin posterior ya da superiorunda yer alır. Aksesuar foramen varlığı, inferior alveoler sinir bloğunun yetersiz kalmasına, implant cerrahisinde sinir hasarına ve açıklanamayan kanamalara zemin hazırlayabilir (Naitoh et al., 2009).

Anterior döngü; mental sinirin foramenden çıkmadan önce anteriordan posteriora doğru oluşturduğu kısa kavisli yapıyı

tanımlar. Bu döngü, mental foramenin gerçek konumunu daha anteriora taşıdığından anterior mandibulada implant yerleştirilecek güvenli bölgenin yanlış hesaplanmasına yol açabilir. Uzunluğu bireyler arasında önemli farklılıklar göstermekte olup standart radyografide güvenilir biçimde değerlendirilemez. Bu nedenle anterior mandibulada gerçekleştirilecek cerrahi girişimler öncesinde KIBT ile preoperatif tespiti zorunludur (Greenstein & Tarnow, 2006).

3.3. Lingual Foramen Varyasyonları

Lingual foramen, mandibula simfizinin iç yüzeyinde konumlanan ve sublingual ile submental arterlerin dallarını barındıran kemik açıklığıdır. Tek bir yapı olarak tanımlanmakla birlikte sayı, konum ve çap bakımından belirgin varyasyonlar sergilemektedir (Liang et al., 2016).

Superior lingual foramen, genial tüberkülün hemen üzerinde konumlanır ve sublingual arterin terminal dallarını taşır (Tagaya et al., 2009). Tek ya da çift olarak izlenebilir; bazı olgularda üç veya daha fazla açıklık bildirilmiştir. Anterior mandibulada kortekse yakın seyrettiğinden implant osteotomisi sırasında perforasyon riski yüksektir (Liang et al., 2016).

Inferior lingual foramen, genial tüberkülün alt ya da yan tarafında yer alır ve submental arterin dallarını barındırır (Tagaya et al., 2009). Superior foramene kıyasla daha geniş çaplı olabilmekte ve daha derin bir seyir izlemektedir. Kemik greft prosedürleri sırasında gözden kaçırılması ciddi damarsal yaralanmalara yol açabilir (Liang et al., 2016).

Lateral lingual foramen, simfiz bölgesinin lateralinde premolar ya da molar bölgeye uzanan bir varyantı temsil etmektedir. Daha nadir görülmekle birlikte, KIBT çalışmalarında daha sık tanımlanmaya başlanmıştır (Sanomiya Ikuta et al., 2016; Moshfeghi et al., 2021). Standart iki boyutlu görüntülemeye tespit edilmesi son derece güçtür (Mraiwa et al., 2004).

3.4. Torus Mandibularis ve Ekzostozlar

Torus mandibularis, mandibula premolar bölgesinin lingual yüzeyinde bilateral ya da unilateral olarak gelişen benign kemik çıkıntısıdır (Neville et al., 2015). Genetik yatkınlık ve fonksiyonel kuvvetlerin etkisiyle oluştuğu düşünülmekte olup yüzeyi normal mukoza ile örtülüdür. Boyutu küçük nodüler oluşumlardan geniş lobüler kitlelere kadar değişebilmektedir. Asemptomatik seyretmekte; ancak hareketli protez yapımını güçleştirdiğinde ya da tekrarlayan travmatik ülserasyonlara yol açtığına cerrahi olarak uzaklaştırılması gerekmektedir.

Ekzostozlar ise alveoler kemiğin vestibül ya da lingual yüzeyinde gelişen, torus mandibularisten farklı olarak daha yaygın lokalizasyon gösteren benign kemik çıkıntılarıdır (Neville et al., 2015). Genellikle asemptomatik seyretmekte ve çoğunlukla diş çekimi ya da periodontal cerrahi sırasında insidental olarak fark edilmektedir. Flep kaldırma ve sütür almayı güçleştirmesi nedeniyle implant cerrahisinde ve yeniden yapılandırıcı kemik prosedürlerinde cerrahi açıdan önem taşımaktadır. Her iki varyasyonun da preoperatif görüntüleme ve klinik muayene ile tespit edilmesi, cerrahi planlamada komplikasyonları önlemek açısından gereklidir (García-García et al., 2010).

3.5. Submandibular Gland Fossa Varyasyonları

Submandibular gland fossa, mandibula korpusunun lingual yüzeyinde mylohyoid hattın inferiorunda yer alan ve submandibular tükürük bezini barındıran kemik çukurluğudur (Liang et al., 2016). Standart anatomide sığ ve düzgün sınırlı bir konkavite olarak tanımlanmakla birlikte derinlik, genişlik ve kemik duvar kalınlığı bakımından belirgin bireysel farklılıklar sergilemektedir.

Fossanın aşırı derinleştiği olgularda lingual kortikal kemik kalınlığı belirgin biçimde azalmakta; bu durum posterior mandibulada gerçekleştirilen implant cerrahisinde lingual korteks

perforasyonu ve submandibular bölgeye implant migrasyonu riskini artırmaktadır (Greenstein & Tarnow, 2006). Özellikle ikinci premolar ve molar bölgede fossanın implant yerleşim aksıyla örtüştüğü olgularda, standart periapikal ya da panoramik radyografide bu derinleşme yeterince değerlendirilememektedir. KIBT kesitsel görüntüleri lingual konkaviteyi üç boyutlu olarak ortaya koyarak implant boyutu ve açısının güvenli biçimde planlanmasına olanak tanımaktadır (Liang et al., 2016). Bu nedenle posterior mandibula implant planlamasında submandibular gland fossanın KIBT ile mutlaka değerlendirilmesi, olası komplikasyonların önüne geçilmesi açısından zorunlu görülmektedir.

3.6. Antegonial Çentik Varyasyonları

Antegonial çentik, mandibula alt kenarında gonion önünde yer alan ve masseter ile iç pterigoid kasların yapışma bölgesini yansıtan konkav kemik çukurluğudur (Nevin et al., 2010). Derinlik ve genişlik bakımından bireyler arasında belirgin farklılıklar sergilemekte olup bu varyasyonlar hem fonksiyonel hem de klinik açıdan önem taşımaktadır.

Çentiğin derinliği büyük ölçüde kas aktivitesi, oklüzal kuvvetler ve iskelet gelişimiyle ilişkilidir. Derin antegonial çentik; iskelet sınıf II maloklüzyon, uzun yüz tipi ve kondiler rezorpsiyon ile ilişkilendirilmekte olup bu olgularda mandibulanın biyomekanik yük dağılımının olumsuz etkilendiği düşünülmektedir (Nevin et al., 2010). Tam dişsizlik olgularında ise uzun süreli alveoler kemik kaybına bağlı olarak çentik belirginleşmekte ve mandibulanın kırılabilirliği artmaktadır. Ortognatik cerrahi planlamasında antegonial çentiğin derinliği, sagittal split osteotomisinde kemik temas yüzeyini ve fiksasyon stabilitesini etkileyen önemli bir anatomik parametre olarak değerlendirilmektedir (Hwang et al., 2022).

3.7. Retromolar Kanal Varyasyonları

Retromolar kanal, mandibular kanalın distal segmentinden ayrılarak retromolar fossaya uzanan aksesuar bir anatomik varyasyon olup, inferior alveolar sinirin dallarına eşlik eden arter ve venleri içeren nörovasküler yapıları barındırmaktadır. Bu kanal, mandibular kanalın embriyolojik gelişimi sırasında meydana gelen varyasyonlar sonucunda oluşmakta ve tek veya çoklu dallanmalar şeklinde izlenebilmektedir. Retromolar kanalın prevalansı kullanılan görüntüleme yöntemine bağlı olarak değişmekle birlikte, KIBT ile yapılan çalışmalarda konvansiyonel radyografilere kıyasla daha yüksek oranlar bildirilmiştir (Naitoh et al., 2009; von Arx et al., 2011). Klinik açıdan retromolar kanalın varlığı; üçüncü molar cerrahisi, implant uygulamaları, sagittal split ramus osteotomisi ve lokal anestezi işlemleri sırasında yetersiz anestezi, beklenmeyen kanama ve nörosensoriyel komplikasyonlar açısından önem taşımaktadır. Ayrıca retromolar bölgede yer alan aksesuar sinir dalları, postoperatif parestezi ve ağrı gibi komplikasyonların ortaya çıkmasına katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, özellikle posterior mandibulada planlanan cerrahi işlemler öncesinde retromolar bölgenin KIBT ile üç boyutlu olarak değerlendirilmesi, olası komplikasyonların önlenmesi ve cerrahi güvenliğin artırılması açısından önerilmektedir (Patil et al., 2013).

3.8. Koronoid Proses Varyasyonları

Koronoid proses, mandibula ramusunun anterosuperior bölümünde yer alan ve temporalis kasının tutunduğu önemli bir kemik çıkıntısıdır. Boyut, şekil ve morfolojik özellikleri açısından bireyler arasında belirgin farklılıklar gösterebilmektedir (Neville et al., 2015). Koronoid proses hiperplazisi, prosesin aşırı büyümesi ile karakterize nadir bir gelişimsel varyasyon olup, uzamış koronoid prosesin zigomatik ark ile mekanik teması

sonucunda ilerleyici ağız açıklığı kısıtlılığı ve trismus gelişebilmektedir (Parmentier et al., 2022). Koronoid proses hipoplazisi ise prosesin yetersiz gelişimi ile karakterize olup sıklıkla kondiler hipoplazi ile birlikte izlenmektedir. Ayrıca hemifasiyal mikrozomi ve Treacher-Collins sendromu gibi kraniofasiyal gelişim bozukluklarıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Neville et al., 2015). Bunun yanı sıra koronoid proses; sivri, künt, kanca şeklinde veya bifid morfolojiler sergileyebilen çeşitli anatomik varyasyonlar gösterebilmektedir. Bu morfolojik farklılıkların, ortognatik cerrahi ve temporomandibular eklem cerrahisi gibi girişimlerin planlanmasında dikkate alınması önem taşımakta olup, konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile gerçekleştirilen üç boyutlu değerlendirmeler cerrahi komplikasyon riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Shujaat et al., 2023).

3.9. Kondil Varyasyonları

Mandibular kondil, temporomandibular eklemnin temel bileşenlerinden biri olup şekil, boyut ve pozisyon açısından bireyler arasında çeşitli anatomik varyasyonlar gösterebilmektedir. Fizyolojik morfolojik farklılıklar arasında oval, yuvarlak, düz, açılı ve gagamsı kondil şekilleri yer almakta olup, bu değişikliklerin yaş, cinsiyet ve fonksiyonel adaptasyonlarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (White & Pharoah, 2014; Ribeiro et al., 2023). Gelişimsel varyasyonlar arasında kondiler hiperplazi, hipoplazi, aplazi ve bifid kondil bulunmaktadır. Kondiler hiperplazi, kondilin aşırı büyümesi sonucu fasiyal asimetri ve maloklüzyona neden olabilirken, hipoplazi ve aplazi çoğunlukla hemifasiyal mikrozomi ve Treacher-Collins sendromu gibi kraniofasiyal anomalilerle birlikte görülmektedir (Neville et al., 2015). Bifid kondil ise kondil başının iki ayrı lob şeklinde izlenmesiyle karakterize nadir bir varyasyon olup, genellikle asemptomatik seyretmesine rağmen bazı olgularda temporomandibular eklem disfonksiyonu,

ağrı ve mandibular hareket kısıtlılığı ile ilişkili olabilmektedir (Miloglu et al., 2010). Bu varyasyonların doğru tanımlanması, temporomandibular eklem hastalıklarının ayırıcı tanısı ile ortodontik, ortognatik ve maksillofasiyal cerrahi tedavi planlaması açısından büyük önem taşımaktadır (Ribeiro et al., 2023).

4. SONUÇ

Maksilla ve mandibulada gözlemlenen anatomik varyasyonlar, morfolojik çeşitliliklerinin genişliği ve klinik yansımaları bakımından diş hekimliğinin temel bilgi alanları arasında yer almaktadır. Bu bölümde ele alınan varyasyonların büyük çoğunluğu asemptomatik seyretmekte; ancak implant cerrahisi, ortognatik cerrahi, periodontal ve endodontik girişimler gibi klinik uygulamalarda preoperatif dönemde tanınmadığı takdirde ciddi komplikasyonlara zemin hazırlamaktadır. Konvansiyonel iki boyutlu görüntüleme yöntemleri bu varyasyonların bir kısmını ortaya koymakta yetersiz kalmakta; KIBT üç boyutlu değerlendirme imkânı sunarak tanı doğruluğunu ve cerrahi güvenliği önemli ölçüde artırmaktadır. Klinisyenlerin bu varyasyonlara ilişkin farkındalığının artırılması, yanlış tanıların önlenmesi ve hasta güvenliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Bilecenoglu, B., & Tuncer, N. (2006). Clinical and anatomical study of retromolar foramen and canal. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 64(10), 1493–1497.
- Bornstein, M. M., Balsiger, R., Sendi, P., & von Arx, T. (2011). Morphology of the nasopalatine canal and dental implant surgery: A radiographic analysis of 100 consecutive patients using limited cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Implants Research*, 22(3), 295–301. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02010.x>
- Cawood, J. I., & Howell, R. A. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17(4), 232–236. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(88\)80047-X](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(88)80047-X)
- de Oliveira-Santos, C., Souza, P. H., de Azambuja Berti-Couto, S., Stinkens, L., Moyaert, K., Rubira-Bullen, I. R., & Jacobs, R. (2013). Assessment of variations of the mandibular canal through cone beam computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 17(7), 1749–1756. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0836-4>
- Doğan, M. E., & Kotanlı, S. (2024). Assessment of anatomic variations in the mandible by CBCT. *Necmettin Erbakan University Dental Journal*, 6(3), 270-279.
- Emirzeoglu, M., Sahin, B., Bilgic, S., Celebi, M., & Uzun, A. (2006). Unilateral absence of the maxillary sinus in a male cadaver. *Annals of Anatomy*, 188(1), 71–75. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2005.07.005>
- Evangelista, K., Vasconcelos, K. de F., Bumann, A., Hirsch, E., Nitka, M., & Silva, M. A. G. (2010). Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed

- tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(2), 133.e1–133.e7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.02.021>
- Filho, H. N., Amaral, W. S., Curra, C., Dos Santos, P. L., & Cardoso, C. L. (2016). Zygomatic implant: Late complications in a period of 12 years of experience. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 10(3), 176-179. <https://doi.org/10.1016/j.piro.2016.03.007>
- Fugazzotto, P. A. (2004). *Implant placement in regions of inadequate bone quality and quantity: Clinical strategies and outcomes*.
- García-García, A. S., Martínez-González, J. M., Gómez-Font, R., Soto-Rivadeneira, Á., & Oviedo-Roldán, L. (2010). Current status of the torus palatinus and torus mandibularis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 15(2), e353-e360. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e353>
- García-García, A., Somoza-Martín, M., Gándara-Vila, P., Gallas-Torreira, M., López-Ratón, M., & Gándara-Rey, J. M. (2010). Buccal exostoses: Prevalence, clinical characteristics and a review of the literature. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 15(2), e292–e295. <https://doi.org/10.4317/medoral.15.e292>
- Greenstein, G., & Tarnow, D. (2006). The mental foramen and nerve: Clinical and anatomical factors related to dental implant placement. *Journal of Periodontology*, 77(12), 1933–1943.
- Hwang, H. S., Lee, K. H., & Kim, S. G. (2022). Anatomical considerations for sagittal split ramus osteotomy: A

- review. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 44, 10. <https://doi.org/10.1186/s40902-022-00341-5>
- Ito, K., Sasaki, M., Aoki, M., & Yamamoto, A. (2022). Normal variants of the oral and maxillofacial region. *Radiographics*, 42(1), 250-271. <https://doi.org/10.1148/rg.210073>
- Jainkittivong, A., & Langlais, R. P. (2000). Buccal and palatal exostoses: Prevalence and concurrence with tori. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90(1), 48–53. <https://doi.org/10.1067/moe.2000.105905>
- Jepsen, K., Sculean, A., & Jepsen, S. (2023). Complications and treatment errors related to regenerative periodontal surgery. *Periodontology* 2000, 92(1), 120-134. <https://doi.org/10.1111/prd.12504>
- Kuribayashi, A., Watanabe, H., Imaizumi, A., Tantanapornkul, W., Katakami, K., & Kurabayashi, T. (2010). Bifid mandibular canals: Cone beam computed tomography evaluation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39(4), 235–239.
- Lee, W. J., Lee, S. J., & Kim, H. S. (2010). Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 40(2), 56–60. <https://doi.org/10.5051/jpis.2010.40.2.56>
- Liang, X., Jacobs, R., Hassan, B., & Lambrechts, I. (2016). Comparative evaluation of cone beam computed tomography and multi-slice CT. *European Journal of Radiology*, 75(2), 265–269.
- Maestre-Ferrín, L., Galán-Gil, S., Rubio-Serrano, M., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Oltra, D. (2011). Maxillary sinus septa: A systematic review. *Medicina*

Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal, 16(7), e1000–e1004. <https://doi.org/10.4317/medoral.17006>

- Miloglu, O., Yalcin, E., Buyukkurt, M. C., Yilmaz, A. B., Harorli, A., & Bilici, M. (2010). The frequency of bifid mandibular condyle in a Turkish population. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39(1), 42–46. <https://doi.org/10.1259/dmfr/85659563>
- Misch, C. E. (2008). *Contemporary Implant Dentistry* (3rd ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Moshfeghi, M., Gandomi, S., Mansouri, H., & Yadshoghi, N. (2021). Lingual foramen of the mandible on cone-beam computed tomography scans: A study of anatomical variations in an Iranian population. *Frontiers in Dentistry*, 18, Article 20.
- Mraiwa, N., Jacobs, R., Van Cleynenbreugel, J., Sanderink, G., Suetens, P., van Steenberghe, D., & Quirynen, M. (2004). The nasopalatine canal revisited using 2D and 3D CT imaging. *Dentomaxillofacial Radiology*, 33(6), 396–402. <https://doi.org/10.1259/dmfr/23078096>
- Naitoh, M., Hiraiwa, Y., Aimiya, H., & Arijji, E. (2009). Observation of bifid mandibular canal using cone-beam computerized tomography. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 24(1), 155–159.
- Naitoh, M., Hiraiwa, Y., Aimiya, H., Gotoh, K., & Arijji, E. (2009). Accessory mandibular foramen assessment using cone-beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 107(2), 289–294.
- Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., & Chi, A. C. (2015). *Oral and Maxillofacial Pathology* (4th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.

- Nevin, M., Akpolat, V., Kara, M. İ., & Ay, S. (2010). Mental foramen yerinin panoramik radyografi ile değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20(1), 1–6.
- Ngeow, W. C., & Yuzawati, Y. (2003). The location of the mental foramen in a selected Malay population. *Journal of Oral Science*, 45(3), 171–175.
- Okiriamu, A., et al. (2023). A cone-beam computed tomography study of mandibular canal variations and related anatomical structures. *Craniofacial Trauma & Reconstruction Open*, 7, 1-9. <https://doi.org/10.1177/27528464231182775>
- Parmentier, G. I. L., Nys, M., Verstraete, L., & Politis, C. (2022). A systematic review of treatment and outcomes in patients with mandibular coronoid process hyperplasia. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 48(3), 133–148. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2022.48.3.133>
- Patil, S., Matsuda, Y., Nakajima, K., Okano, T., & Ishii, K. (2013). Retromolar canals as observed on cone-beam computed tomography: Their incidence, course, and characteristics. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 115(5), 692–699.
- Pommer, B., Ulm, C., Lorenzoni, M., Palmer, R., Watzek, G., & Zechner, W. (2012). Prevalence, location and morphology of maxillary sinus septa: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 39(8), 769–773. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2012.01897.x>
- Rachmiel, A., Aizenbud, D., & Peled, M. (2006). Long-term results in maxillary deficiency using le fort I osteotomy with rigid fixation. *International Journal of Oral and*

Maxillofacial Surgery, 35(4), 315–319.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2005.09.003>

- Ribeiro, O., et al. (2023). Cone-beam computed tomography evaluation of mandibular condylar morphology and anatomical variations. *Clinical Oral Investigations*, 27, 3921–3930.
- Samieirad, S., Aryana, M., Mazandarani, A., Misagh Toupanloo, I., Eidi, M., Moqarabzadeh, V., Ebrahimpour, A., & Vaezi, T. (2023). Prevalence of bifid mandibular canal: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Plastic Surgery*, 12(2), 11–19.
<https://doi.org/10.52547/wjps.12.2.11>
- Sanomiya Ikuta, C. R., Paes da Silva Ramos Fernandes, L. M., Poleti, M. L., Alvares Capelozza, A. L., & Fischer Rubira-Bullen, I. R. (2016). Anatomical study of the posterior mandible: Lateral lingual foramina in cone beam computed tomography. *Implant Dentistry*, 25(2), 247–251.
- Sharan, A., & Madjar, D. (2008). Maxillary sinus pneumatization following extractions: A radiographic study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(1), 48–56.
- Shujaat, S., Politis, C., Van Den Bogaert, T., Vueghs, P., Smeets, M., Verhelst, P. J., et al. (2023). Morphological characteristics of coronoid process and revisiting definition of coronoid hyperplasia. *Scientific Reports*, 13, 21049. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46289-4>
- Sisman, Y., Miloglu, O., Sekerci, A. E., Yilmaz, A. B., Demirtas, O., & Tokmak, T. T. (2012). Radiographic evaluation on the incidence of bifid mandibular canal in a Turkish population. *European Journal of Radiology*, 81(3), 514–518.

- Tagaya, A., Kubota, Y., Yamashiro, T., & Uyama, T. (2009). Evaluation of the lingual foramina of the mandibular midline as risk factors for hemorrhage during implant surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 24(5), 865–869.
- Türker, N., & Göller Bulut, D. (2025). Nazopalatin kanalın morfolojik varyasyonlarının değerlendirilmesi; konik ışınlı bilgisayarlı tomografi tabanlı retrospektif çalışma. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 18(1), 81-90. <https://doi.org/10.26559/mersinsbd.1570024>
- Türker, N., Çeçen Erol, E., Küçük Kurtgöz, M., & Aktuna Belgin, C. (2026). Evaluation of maxillary sinus septa and predicted Schneiderian membrane perforation risk: A cone beam computed tomography study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 48(1), Article 112. <https://doi.org/10.1007/s00276-026-03870-6>
- Türker, N., Göller Bulut, D., & Bayrak, S. (2024). Evaluation of the accessory canals of canalis sinuosus via cone beam CT. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 14(1), 200-204. <https://doi.org/10.33808/clinexphealthsci.1265279>
- Türker, N., Küçük Kurtgöz, M., Çeçen Erol, E., & Aktuna Belgin, C. (2026). Bifid mandibular canals: Anatomical variations and morphometric analysis based on a modified CBCT classification. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 48(1). <http://doi.org/10.1007/s00276-026-03852-8>
- Uchida, Y., Goto, M., Katsuki, T., & Akiyoshi, T. (2001). Measurement of the maxilla and zygoma as an aid in installing zygomatic implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(10), 1193–1198. <https://doi.org/10.1053/joms.2001.26717>

- Vasiljevic, M., Selakovic, D., Rosic, G., Stevanovic, M., Milanovic, J., Arnaut, A., & Milanovic, P. (2024). Anatomical factors of the anterior and posterior maxilla affecting immediate implant placement based on cone beam computed tomography analysis: A narrative review. *Diagnostics*, 14(15), Article 1697.
- von Arx, T., Hänni, A., & Sendi, P. (2011). Bifid mandibular canals and retromolar canals: A retrospective cone beam computed tomography study. *Australian Dental Journal*, 56(2), 195–203.
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (7th ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2024). *White and Pharoah's oral radiology: Principles and interpretation* (9th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.

MAKSİLLER SİNÜS ANATOMİSİ VE KIBT TABANLI GÖRÜNTÜLEME DEĞERLENDİRMESİ¹

Cemile Nur YILDIRIM¹

1. MAKSİLLER SİNÜS ANATOMİSİ

Maksiller sinüs ilk kez 1489 yılında Leonardo da Vinci tarafından tanımlanmış, 1651 yılında ise Nathaniel Highmore tarafından ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Bu nedenle literatürde Highmore antrumu olarak da adlandırılmaktadır. Maksilla gövdesi içerisinde yer alan maksiller sinüs, paranasal sinüslerin en büyüğü ve fetal dönemde gelişmeye başlayan ilk sinüstür. Maksillanın alveoler prosesi dişleri desteklerken aynı zamanda sinüsün inferior sınırını oluşturur (Weber ve Hosemann, 2015; Andrew Whyte ve Boeddinghaus, 2019).

Maksillofasiyal bölgede maksiller, etmoid, frontal ve sfenoid olmak üzere dört çift paranasal sinüs bulunur. Bu sinüsler, solunan havanın filtrelenmesi, ısıtılması ve nemlendirilmesine katkıda bulunmanın yanı sıra üst solunum yollarının immün savunmasında da önemli rol oynar. Ayrıca yüz iskeletinin ağırlığını azaltarak ses rezonansına katkı sağladıkları ve şiddetli travmalarda darbe enerjisini absorbe eden bir "çökme bölgesi" işlevi görebilecekleri düşünülmektedir (Bell, Joshi ve Macleod, 2011).

Sinüslerin iç yüzeyi silli kolumnar epitel ile kaplıdır. Bu epitel tarafından üretilen mukus, siliaların senkronize

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, 0000-0003-0571-1824.

hareketleriyle doğal ostiumlar aracılığıyla nazal kaviteye drene edilir ve nazofarenkse ulaştıktan sonra yutulur. Mukosiliyer klirensin bozulması veya ostiumların obstrüksiyonu sekresyon birikimine, inflamasyona ve sonuçta sinüzit gelişimine zemin hazırlar (Bell ve diğerleri, 2011). Burun ve paranazal sinüsler, alt solunum yolları ile birlikte fonksiyonel bir bütün oluşturur ve bu ilişki "birleşik hava yolu" kavramı ile tanımlanır (Krouse, 2012).

Anterior etmoid, frontal ve maksiller sinüslerin ortak drenaj yolu orta meatus düzeyinde bulunduğundan, bu bölgedeki inflamasyon birden fazla sinüsün drenajını etkileyebilir. Maksiller sinüs yaklaşık 12–14 yaşlarında erişkin boyutlarına ulaşır ve yaşam boyu devam eden pnömatizasyon nedeniyle hacmi değişkenlik gösterebilir. Diş kaybı sonrasında sinüs tabanı inferior yönde genişleyebilir ve posterior maksiller diş kökleri sinüs tabanına yaklaşabilir veya sinüs boşluğuna protrüde olabilir. Maksiller sinüs nadiren agenezik veya hipoplastik olup sağ ve sol sinüs arasında boyut farklılıkları görülebilir (Bell ve diğerleri, 2011; Mehra ve Jeong, 2009).

Posterior maksiller dişler maksiller sinüs tabanı ile yakın anatomik komşuluk gösterir. Sinüs tabanına en yakın diş kökleri sırasıyla ikinci molar, birinci molar, üçüncü molar, ikinci premolar ve birinci premolar dişleridir. Sinüs tabanı genellikle kalın bir kortikal kemik ile çevrili olmakla birlikte yaşa bağlı alveoler kemik rezorpsiyonu ve yaşam boyu devam eden pnömatizasyon süreci bu bariyerin incelmesine neden olabilir. Bu durum diş köklerinin sinüs tabanına yaklaşmasına veya sinüs boşluğuna protrüde olmasına yol açarken, diş kaybı sonrasında sinüs tabanı inferior yönde genişleyebilir. Schneiderian membranı odontojenik enfeksiyonların yayılımını sınırlayan önemli bir anatomik bariyer olup, posterior dişlerle olan yakın anatomik ilişki odontojenik maksiller sinüzit gelişiminde önemli bir predispozan faktördür (Ferguson, 2014; Hauman, Chandler ve Tong, 2002; Newsome ve Poetker, 2020).

Normal koşullarda kortikal kemik odontojenik enfeksiyonların sinüs boşluğuna yayılımını sınırlar. Ancak periapikal lezyonlar ve ileri periodontal hastalık varlığında sinüs mukozasında reaktif kalınlaşma gelişebilir; inflamatuvar mediyatörler vasküler ve lenfatik yollar aracılığıyla sinüs mukozasına ulaşarak enfeksiyonun yayılımına katkıda bulunabilir (Wang, Nichols, Poetker ve Loehrl, 2015; Zhang ve diğerleri, 2020).

Maksiller sinüsün medial duvarı nazal kavitenin lateral duvarının bir bölümünü oluşturur ve osteomeatal kompleks, sinüs ventilasyonu ile mukosiliyer klirens açısından kritik öneme sahiptir. Anterior duvardaki kanin fossası Caldwell–Luc yaklaşımında cerrahi giriş noktası oluştururken, infraorbital foramen infraorbital nörovasküler demetin çıkış yeridir. Süperior duvar orbital tabanı, posterolateral duvar ise pterigopalatin ve infratemporal fossalarla komşuluk göstererek özellikle tümör yayılımı açısından klinik önem taşır (J. Lin ve diğerleri, 2024).

Geçmişte maksiller sinüsün dentoalveolar yapılarla ilişkili alt bölümünün diş hekimliğinin, doğal ostiumu içeren üst bölümünün ise rinolojinin ilgi alanında olduğu kabul edilmekteydi. Günümüzde ise bu fonksiyonel ayrım geçerliliğini yitirmiştir. (Andrew Whyte ve Boeddinghaus, 2019). Maksiller sinüs; sinüs mukozasından kaynaklanan hastalıkların yanı sıra komşu paranazal sinüsler, nazal kavite, dental ve oral dokular ile çevre kemik yapılardan köken alan veya bu bölgelerden sinüse yayılan çok çeşitli patolojilerden etkilenebilmektedir (Bell ve diğerleri, 2011).

Maksiller sinüs; inflamatuvar, neoplastik, odontojenik, konjenital ve diğer çeşitli patolojik süreçlerden etkilenebilen anatomik bir yapıdır. Başlıca hastalık grupları aşağıda özetlenmiştir:

- İnflamatuvar hastalıklar: Bakteriyel, viral ve fungal enfeksiyonlar, alerjik inflamasyon ve nazal polipler.
- Neoplastik lezyonlar: Benign (invert papillom, osteom, adenomatoid odontojenik tümör, keratokistik odontojenik tümör, nörofibrom, anjiyofibrom, silindroma), malign epitelyal (skuamoz hücreli karsinom, adenokarsinom, adenoid kistik karsinom, asiner hücreli karsinom, mukozal melanom), malign mezenkimal (yumuşak doku sarkomları, nörojenik sarkom, anjiyosarkom, leiomyosarkom, rabdomiyosarkom, fibrosarkom, kondrosarkom, osteosarkom, hemanjiyoperisitom), lenfoproliferatif (lenfoma, plazmasitom) ve metastatik tümörler.
- Odontojenik patolojiler: Enfeksiyöz (periapikal ve periodontal enfeksiyonlar, oroantral fistüller), kistik (radiküler kist, dentigeröz kist ve diğer odontojenik kistik lezyonlar), fibro-osseöz lezyonlar ile diş, implant ve restoratif materyallere bağlı yabancı cisimler.
- Diğer hastalıklar: Mukosel, granümatöz vaskülitler (Wegener granülomatozu, Churg–Strauss sendromu) ve sessiz sinüs sendromu.

2. MAKSİLLER SİNÜSÜN KİBT İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Panoramik radyografi, özellikle posterior maksiller bölgede diş köklerinin sinüs tabanı ile olan gerçek ilişkisini değerlendirmede yetersiz kalabilmekte ve köklerin sinüs içerisine uzanma derecesini olduğundan fazla gösterebilmektedir (Lopes, Gamba, Bertinato ve Freitas, 2016; Yeung, Hung, Li ve Leung, 2022). Ayrıca sinüs mukozası kalınlaşması, septalar ve oroantral ileti gibi patolojilerin saptanmasındaki tanısal başarısı da

sınırlıdır (Constantine, Clark, Kiermeier ve Anderson, 2019; Lang ve Schulze, 2019; Vollmer ve diğerleri, 2022). Bunun yanında bazı anatomik varyasyonlar panoramik radyografilerde odontojenik lezyonları taklit eden yalancı pozitif görüntülere neden olabileceğinden ileri değerlendirme için Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) gerekebilir (Sekerci, Sisman, Etoz ve Bulut, 2013).

Dental KIBT sistemleri 1990'lı yılların sonlarından itibaren özellikle implant planlaması ve maksiller sinüs değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Huang ve diğerleri, 2021; Yeung, 2021). Avrupa Diş ve Çene Maksillofasiyal Radyoloji Akademisi, KIBT kullanan diş hekimlerinin normal anatomiye ve patolojik bulguları ayırt edebilecek düzeyde eğitim almasını önermektedir (Brown ve diğerleri, 2014).

Günümüzde KIBT; implant planlaması ve sinüs lifting işlemlerinin yanı sıra ortodontik tedavi, apikal cerrahi planlaması ve posterior maksiller bölgedeki kistik veya neoplastik lezyonların değerlendirilmesinde de önerilen görüntüleme yöntemlerinden biridir (Hung, Hui ve Leung, 2022; Vogiatzi, Kloukos, Scarfe ve Bornstein, 2014).

Klinik uygulamada KIBT'nin en önemli kullanım alanlarından biri implant planlaması ve sinüs lifting işlemleri öncesinde alveolar kret ile maksiller sinüsün anatomik ve patolojik değerlendirilmesidir. Bu inceleme, gerekli kemik grefti hacminin belirlenmesine de katkı sağlar. Ayrıca KIBT; ortodontik tedavi, apikal cerrahi planlaması ve posterior maksilladaki kistik veya neoplastik lezyonların değerlendirilmesinde de önerilen görüntüleme yöntemlerinden biridir (Hung ve diğerleri, 2022; Vogiatzi ve diğerleri, 2014; Yeung ve diğerleri, 2022).

KIBT, üç boyutlu görüntüleme sağlaması nedeniyle panoramik ve periapikal radyografilere göre daha yüksek radyasyon dozuna sahiptir. Ancak uzaysal çözünürlük, tüp voltajı ve görüntüleme parametrelerinin optimize edilebilmesi sayesinde hasta dozu ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ilkesi doğrultusunda azaltılabilmektedir (A. W. K. Yeung, 2019). Günümüzde bu yaklaşım, görüntü kalitesini ve klinik endikasyonu esas alan ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) ve ALADAIP (As Low As Diagnostically Acceptable, Being Indication-Oriented and Patient-Specific) kavramları ile daha da geliştirilmiştir (Jaju ve Jaju, 2015; Oenning, Jacobs ve Salmon, 2021).

3. KIBT ile Görüntüleme Anatomisi

3.1. Mukoza

Maksiller sinüs mukozası, görüntüleme yöntemlerinde sinüs duvarlarını döşeyen ince ve düzgün bir yumuşak doku tabakası olarak izlenir. Histolojik olarak periosteum, vaskülarize lamina propria ve psödostratifye sillli kolumnar epitelden oluşur. Periosteal tabakadaki kök hücrelerin osteojenik potansiyele sahip olduğu ve özellikle sinüs tabanı elevasyonu sonrasında kemik rejenerasyonuna katkı sağladığı düşünülmektedir (Kim ve diğerleri, 2009). Normal mukozal kalınlığın üst sınırı konusunda farklı görüşler bulunmakla birlikte, 2–3 mm'nin üzerindeki kalınlıklar genellikle patolojik kabul edilmektedir (Andrew Whyte ve Boeddinghaus, 2019). Maksiller sinüs tabanındaki mukozal kalınlaşmanın en sık nedenleri odontojenik patolojiler ve dental girişimlerdir. Özellikle periapikal inflamatuvar lezyonlar, ileri periodontal hastalık, oroantral ilişki veya fistül ile cerrahi işlemler başlıca etiyolojik faktörler arasında yer almaktadır. Mukozal kalınlığın erkeklerde daha fazla olduğu ve anterior bölgeden posteriora doğru azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca

maksillofasiyal Bilgisayarlı Tomografi (BT) incelemelerinde olguların yaklaşık %60'ında mukozal patoloji saptanırken, yalnızca %40'ında normal sinüs mukozası izlenmektedir (Drumond, Allegro, Novo, De Miranda ve Sendyk, 2017; Kalyvas, Kapsalas, Paikou ve Tsiklakis, 2018)

3.2. Kemik Yapı

Maksiller sinüs; süperior, inferior, anterior, posterior, medial ve lateral olmak üzere altı duvardan oluşur. Süperior duvar orbital tabanı oluşturur ve infraorbital arter ile siniri içeren infraorbital kanalı barındırır. İnfraorbital kanalın sinüs içerisine protrüde olması, özellikle sinüs cerrahileri ve orta yüz travmalarında nörovasküler yaralanma riskini artıran önemli bir anatomik varyasyondur (Lantos ve diğerleri, 2016; Nguyen ve diğerleri, 2016).

Anterior duvar, kanin fossasını içerir ve Caldwell–Luc yaklaşımında cerrahi giriş yolu olarak kullanılır. Günümüzde bu yöntem daha çok sinüs içi yabancı cisimler, fungal kitleler, odontojenik kistler ve tümörlerin uzaklaştırılmasında tercih edilmektedir (Lantos ve diğerleri, 2016; Nguyen ve diğerleri, 2016).

Caldwell-Luc yaklaşımı, kanin fossası üzerinden maksiller sinüse ulaşmayı sağlayan klasik cerrahi yöntemdir. Günümüzde daha sınırlı endikasyonlarla kullanılmakta olup, özellikle sinüs içerisindeki yabancı cisimler, fungal kitleler, odontojenik kistler ve tümörlerin uzaklaştırılmasında tercih edilmektedir. İşlem sonrasında sinüs kontraksiyonu, duvar kalınlaşması, kronik opasifikasyon ve mukosel gelişimi gibi komplikasyonlar görülebilir (A Whyte ve Chapeikin, 2005; Yura, Kato, Ooi ve Izumiyama, 2010).

Posterior duvar, pterigopalatin fossa ile komşuluk gösterir. Bu anatomik bölge; maksiller arter, trigeminal sinirin maksiller dalı (V2) ve pterigopalatin ganglion gibi önemli

nörovasküler yapıları içerir. Ayrıca pterigopalatin fossa, enfeksiyon ve tümörlerin orbita, nazal kavite, infratemporal fossa ve kafa tabanına yayılımında önemli bir geçiş yolu oluşturur. Bu bölgenin değerlendirilmesinde yumuşak doku çözünürlüğü nedeniyle BT ve Manyetik Rezonans Götüntüleme (MRG), KIBT'ye göre üstünlük sağlamaktadır (Lantos ve diğerleri, 2016; Nguyen ve diğerleri, 2016).

Pterigopalatin fossanın klinik önemi, maksiller sinüs veya oral kaviteden kaynaklanan tümör ve enfeksiyonların komşu kritik anatomik yapılara yayılmasında bir geçiş yolu oluşturmasından kaynaklanır. Fossadaki yağ dokusu BT ve MR görüntülerinde belirgin şekilde görülebildiği için, bu bölgede gelişen kolay farkedilemeyen neoplastik infiltrasyonların saptanmasına yardımcı olur (Lantos ve diğerleri, 2016; Nguyen ve diğerleri, 2016).

Lateral duvar infratemporal fossa ile komşu olup posterior süperior alveolar kanalı içerir. Schneiderian membranın ince olduğu olgularda sinüs augmentasyonu sırasında perforasyon riski artmaktadır (Y. Lin, Yang, Wen ve Wang, 2016; Rapani, Rapani ve Ricci, 2016). Medial duvar, nazal kavitenin lateral duvarını oluşturur ve maksiller sinüsün doğal ostiumunu içerir. Bu nedenle mukosiliyer drenajın sürdürülmesinde ve sinüs ventilasyonunda temel anatomik yapılardan biridir (Andrew Whyte ve Boeddinghaus, 2019). İnferior duvar, maksillanın alveoler prosesi ile devamlılık gösterir ve posterior maksiller dişlerin kökleriyle yakın anatomik ilişki içerisindedir. Sinüs tabanının anteroposterior genişliği, septaların morfolojisi, alveoler resesin yapısı ve diş kökleriyle olan ilişkisi; implant planlaması, sinüs augmentasyonu ve posterior diş çekimleri öncesinde mutlaka değerlendirilmelidir (Adibelli, Songu ve Adibelli, 2011; Sánchez-Pérez, Boracchia, López-Jornet ve Boix-García, 2016; Scuderi, Harnsberger ve Boyer, 1993).

3.3. Septalar

Maksiller sinüs tabanından köken alan ince kortikal kemik çıkıntıları olup en doğru şekilde multiplanar BT veya KIBT görüntülerinde değerlendirilir (Lovasova ve diğerleri, 2018; Schriber ve diğerleri, 2017a; A Whyte ve Chapeikin, 2005). Septalar primer olarak gelişimsel veya sekonder olarak diş kaybına bağlı gelişebilir. Primer septalar en sık birinci ve ikinci molar bölgesinde görülürken, sekonder septalar alveoler rezorpsiyon ve sinüs pnömatizasyonuna bağlı olarak özellikle dişsiz maksillada gelişir (Cavalcanti ve diğerleri, 2018).

Septalar posterior maksillada yaklaşık olguların yarısında görülür ve sinüs lifting sırasında Schneiderian membran perforasyonu riskini artıran önemli anatomik varyasyonlardan biridir (Sánchez-Pérez ve diğerleri, 2016; Schriber ve diğerleri, 2017b). Ayrıca Haller hücreleri veya sinüs içine protrüde infraorbital kanal ile ilişkili septalar da görülebilir ve tüm septaların yaklaşık %23'ünü oluşturur (Lantos ve diğerleri, 2016; Schriber ve diğerleri, 2017a).

Alveoler reses, bireyler arasında şekil ve derinlik bakımından farklılık gösteren ve özellikle sinüs lifting ile implant planlamasında klinik önem taşıyan anatomik bir yapıdır. Genişliği ve derinliği KIBT ile güvenilir şekilde değerlendirilebilir; dar alveoler reseslerde Schneiderian membran perforasyonu riski artmaktadır (Lovasova ve diğerleri, 2018; Sharan ve Madjar, 2006).

Alveoler kemik yüksekliği, alveoler kret ile maksiller sinüs tabanı arasındaki mesafe olarak tanımlanır ve premolar bölgeden molar bölgeye doğru azalır. Bu azalma özellikle dişsiz segmentlerde daha belirgindir. Alveoler kemiğin genişliği ise implant çapının belirlenmesi ile bukkal augmentasyon veya sinüs lifting gereksiniminin değerlendirilmesinde önemli bir

parametredir (Bornstein, Horner ve Jacobs, 2017; Lovasova ve diğerleri, 2018).

Kemik kalitesi implant tedavisi öncesinde görsel inceleme ve radyolojik değerlendirme ile belirlenir. Kemik yoğunluğu MDBT'de Hounsfield Unit (HU) cinsinden ölçülebilirken, KIBT'de gri ton değerlerinin standardize olmaması nedeniyle doğrudan yoğunluk değerlendirmesi sınırlıdır. Bununla birlikte, referans materyaller kullanılarak KIBT gri tonlarının HU değerleri ile ilişkilendirilebileceği bildirilmiştir (Pauwels, Jacobs, Singer ve Mupparapu, 2015).

3.4. Maksiller Dentisyon

Posterior maksiller diş kökleri ile maksiller sinüs tabanı arasındaki anatomik ilişki bireyler arasında değişkenlik gösterir. Panoramik radyografilerde anatomik süperpozisyon nedeniyle kök apekslerinin sinüs içerisine uzanımı olduğundan fazla değerlendirilebilir. Bu nedenle kök apeksleri ile sinüs tabanı arasındaki ilişkinin doğru değerlendirilmesinde KIBT daha güvenilir bir yöntemdir (Kirkham-Ali, La, Sher ve Sholapurkar, 2019; Lopes ve diğerleri, 2016; Sharan ve Madjar, 2006). Nitekim panoramik radyografilerde apekslerin sinüs içerisine uzandığı düşünülen olguların önemli bir kısmında kesitsel görüntüleme ile bu ilişkinin daha sınırlı olduğu gösterilmiştir (Pauwels ve diğerleri, 2015). Buna karşılık maksiller sinüs küçük olduğunda ve alveoler reses nazal tabanın altına uzanmadığında, panoramik radyografi bulguları kesitsel görüntüleme ile daha iyi korelasyon gösterebilir (Kirkham-Ali ve diğerleri, 2019; Tian, Qian, Xin, Wei ve Gong, 2016). Posterior maksiller dişlerde yapılacak cerrahi veya endodontik işlemler planlanırken kök apeksleri ile sinüs tabanı arasındaki ilişkinin doğru değerlendirilmesi önemlidir.

Nitekim panoramik radyografilerde apekslerin sinüs içerisine uzandığı düşünülen olguların önemli bir kısmında

kesitsel görüntüleme ile bu ilişkinin daha sınırlı olduğu gösterilmiştir (Kilic, Kamburoglu, Yuksel ve Ozen, 2010). Sinüs tabanı ile kök apeksleri arasındaki en kısa mesafe genellikle ikinci molar, özellikle distobukkal kök düzeyinde izlenmekte olup yaşla birlikte bu mesafe azalma eğilimi göstermektedir. Bu anatomik ilişkinin doğru değerlendirilmesi, posterior maksiller bölgede planlanan cerrahi ve endodontik girişimlerde komplikasyon riskinin azaltılması açısından önem taşır (Kirkham-Ali ve diğerleri, 2019).

Diş çekimi sonrasında alveoler kemik yüksekliğindeki azalmanın yaklaşık %30'u maksiller sinüs pnömatizasyonuna, %70'i ise alveoler soketin fizyolojik remodelasyonuna bağlıdır. Bu değişiklikler özellikle birinci molar bölgesinde daha belirgin olup uygun soket koruma yöntemleri ile büyük ölçüde azaltılabilmektedir (Cavalcanti ve diğerleri, 2018).

3.5. Osteomeatal Ünite / Osteomeatal Kompleks

Osteomeatal ünite (OMU), anterior paranazal sinüslerin ortak drenaj yolunu oluşturan fonksiyonel anatomik bölgedir. Bu bölgede gelişen inflamasyon sinüs ventilasyonunu ve mukosilyer drenajı bozarak sinüzit gelişimine neden olabilir. Medikal tedaviye dirençli kronik rinosinüzitte temel tedavi endoskopik sinüs cerrahisi olup, cerrahinin amacı normal ventilasyon ve drenajı yeniden sağlamaktır. Bu nedenle OMU anatomisi ve etmoid kemik varyasyonlarının bilinmesi cerrahi planlama ve radyolojik değerlendirme açısından büyük önem taşımaktadır (Beale, Madani ve Morley, 2009; Daines ve Orlandi, 2012; Weber ve Hosemann, 2015)

Dental ve maksillofasiyal radyologlar açısından OMU'nun değerlendirilmesinde multiplanar inceleme yapılmakla birlikte, anatomik yapıların ve ostium açıklığının değerlendirilmesinde koronal kesitler en uygun görüntüleme düzlemidir. Maksiller sinüs ostiumu medial duvarın süperiorunda

yer alır ve mukosiliyer drenajın başlangıç noktasını oluşturur. Ana ostiumun yanı sıra toplumun yaklaşık %20–40'ında aksesuar ostiumlar görülebilir. Bu yapılar gelişimsel olabileceği gibi kronik maksiller sinüzit ve ana ostium obstrüksiyonuna bağlı olarak sonradan da gelişebilir (Prasanna ve Mamatha, 2010; Vaid ve Vaid, 2015).

3.6. İnnervasyon ve Vasküler Beslenme

Maksiller sinüs, alveoler proses ve posterior maksiller dişler ortak innervasyon ve vasküler yapılara sahiptir. Duyusal innervasyon trigeminal sinirin maksiller dalı (V2) ve süperior alveolar sinirler tarafından sağlanırken arteriyel beslenme başlıca posterior süperior alveolar ve infraorbital arterlerden sağlanır (Rodella, Buffoli, Labanca ve Rezzani, 2012). Bu iki arter arasındaki anastomoz Schneiderian membranı besleyen önemli bir vasküler ark oluşturur ve özellikle sinüs lifting öncesinde KIBT ile değerlendirilmesi önerilmektedir (Rosano, Taschieri, Gaudy, Weinstein ve Del Fabbro, 2011). Cerrahi sırasında bu damarların yaralanması kanama, Schneiderian membran perforasyonu, greft başarısızlığı ve sekonder sinüzit gibi komplikasyonlara neden olabilir (Chan ve Wang, 2011).

KAYNAKÇA

- Adibelli, Z. H., Songu, M. ve Adibelli, H. (2011). Paranasal Sinus Development in Children: A Magnetic Resonance Imaging Analysis. *American Journal of Rhinology & Allergy*, 25(1), 30-35. doi:10.2500/ajra.2011.25.3552
- Beale, T. J., Madani, G. ve Morley, S. J. (2009). Imaging of the Paranasal Sinuses and Nasal Cavity: Normal Anatomy and Clinically Relevant Anatomical Variants. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 30(1), 2-16. doi:10.1053/j.sult.2008.10.011
- Bell, G. W., Joshi, B. B. ve Macleod, R. I. (2011). Maxillary sinus disease: Diagnosis and treatment. *British dental journal*, 210(3), 113-118.
- Brown, J., Jacobs, R., Levring Jäghagen, E., Lindh, C., Baksi, G., Schulze, D. ve Schulze, R. (2014). Basic training requirements for the use of dental CBCT by dentists: A position paper prepared by the European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 43(1), 20130291.
- Cavalcanti, M. C., Guirado, T. E., Sapata, V. M., Costa, C., Pannuti, C. M., Jung, R. E. ve César Neto, J. B. (2018). Maxillary sinus floor pneumatization and alveolar ridge resorption after tooth loss: A cross-sectional study. *Brazilian oral research*, 32, e64.
- Chan, H.-L. ve Wang, H.-L. (2011). Sinus Pathology and Anatomy in Relation to Complications in Lateral Window Sinus Augmentation. *Implant Dentistry*, 20(6), 406. doi:10.1097/ID.0b013e3182341f79
- Daines, S. M. ve Orlandi, R. R. (2012). Chronic Rhinosinusitis. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, 20(1), 1-10. doi:10.1016/j.fsc.2011.10.001

- Drumond, J., Allegro, B., Novo, N., De Miranda, S. ve Sendyk, W. (2017). Evaluation of the Prevalence of Maxillary Sinuses Abnormalities through Spiral Computed Tomography (CT). *International Archives of Otorhinolaryngology*, 21(02), 126-133. doi:10.1055/s-0036-1593834
- Ferguson, M. (2014). Rhinosinusitis in oral medicine and dentistry. *Australian Dental Journal*, 59(3), 289-295. doi:10.1111/adj.12193
- Hauman, C. H. J., Chandler, N. P. ve Tong, D. C. (2002). Endodontic implications of the maxillary sinus: A review. *International Endodontic Journal*, 35(2), 127-141. doi:10.1046/j.0143-2885.2001.00524.x
- Huang, X., Bai, J., Liu, X., Meng, Z., Shang, Y., Jiao, T., ... Deng, J. (2021). Scientometric Analysis of Dental Implant Research over the Past 10 Years and Future Research Trends. *BioMed Research International*, 2021(1), 6634055. doi:10.1155/2021/6634055
- Hung, K. F., Hui, L. L. ve Leung, Y. Y. (2022). Patient-specific estimation of the bone graft volume needed for maxillary sinus floor elevation: A radiographic study using cone-beam computed tomography. *Clinical Oral Investigations*, 26(5), 3875-3884. doi:10.1007/s00784-021-04354-0
- Jaju, P. P. ve Jaju, S. P. (2015). Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Science in Dentistry*, 45(4), 263. doi:10.5624/isd.2015.45.4.263
- Kalyvas, D., Kapsalas, A., Paikou, S. ve Tsiklakis, K. (2018). Thickness of the Schneiderian membrane and its correlation with anatomical structures and demographic

- parameters using CBCT tomography: A retrospective study. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(1), 32. doi:10.1186/s40729-018-0143-5
- Kilic, C., Kamburoglu, K., Yuksel, S. P. ve Ozen, T. (2010). An assessment of the relationship between the maxillary posterior teeth root tips using dental cone-beam computerized tomography. *Eur J Dent*, 4, 462-7.
- Kim, S., Kim, K., Seo, B., Koo, K., Kim, T., Seol, Y., ... Lee, Y. (2009). Alveolar Bone Regeneration by Transplantation of Periodontal Ligament Stem Cells and Bone Marrow Stem Cells in a Canine Peri-Implant Defect Model: A Pilot Study. *Journal of Periodontology*, 80(11), 1815-1823. doi:10.1902/jop.2009.090249
- Kirkham-Ali, K., La, M., Sher, J. ve Sholapurkar, A. (2019). Comparison of cone-beam computed tomography and panoramic imaging in assessing the relationship between posterior maxillary tooth roots and the maxillary sinus: A systematic review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 10(3), e12402. doi:10.1111/jicd.12402
- Krouse, J. H. (2012). The unified airway. *Facial Plastic Surgery Clinics*, 20(1), 55-60.
- Lantos, J. E., Pearlman, A. N., Gupta, A., Chazen, J. L., Zimmerman, R. D., Shatzkes, D. R. ve Phillips, C. D. (2016). Protrusion of the infraorbital nerve into the maxillary sinus on CT: Prevalence, proposed grading method, and suggested clinical implications. *American Journal of Neuroradiology*, 37(2), 349-353.
- Lin, J., Wang, C., Wang, X., Chen, F., Zhang, W., Sun, H., ... Zhang, L. (2024). Expert consensus on odontogenic maxillary sinusitis multi-disciplinary treatment.

International Journal of Oral Science, 16, 11.
doi:10.1038/s41368-024-00278-z

- Lopes, L. J., Gamba, T. O., Bertinato, J. V. ve Freitas, D. Q. (2016). Comparison of panoramic radiography and CBCT to identify maxillary posterior roots invading the maxillary sinus. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(6), 20160043.
- Lovasova, K., Kachlik, D., Rozpravkova, M., Matusevska, M., Ferkova, J. ve Kluchova, D. (2018). Three-dimensional CAD/CAM imaging of the maxillary sinus in ageing process. *Annals of Anatomy—Anatomischer Anzeiger*, 218, 69-82. doi:10.1016/j.aanat.2018.01.008
- Mehra, P. ve Jeong, D. (2009). Maxillary sinusitis of odontogenic origin. *Current Allergy and Asthma Reports*, 9(3), 238-243. doi:10.1007/s11882-009-0035-0
- Newsome, H. A. ve Poetker, D. M. (2020). Odontogenic Sinusitis: Current Concepts in Diagnosis and Treatment. *Immunology and Allergy Clinics of North America*, 40(2), 361-369.
- Nguyen, D. C., Farber, S. J., Um, G. T., Skolnick, G. B., Woo, A. S. ve Patel, K. B. (2016). Anatomical study of the intraosseous pathway of the infraorbital nerve. *Journal of Craniofacial Surgery*, 27(4), 1094-1097.
- Oenning, A. C., Jacobs, R. ve Salmon, B. (2021). ALADAIP, beyond ALARA and towards personalized optimization for paediatric cone-beam CT. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 31(5), 676-678.
- Pauwels, R., Jacobs, R., Singer, S. R. ve Mupparapu, M. (2015). CBCT-based bone quality assessment: Are Hounsfield units applicable? *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(1), 20140238.

- Prasanna, L. C. ve Mamatha, H. (2010). The Location of Maxillary Sinus Ostium and Its Clinical Application. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 62(4), 335-337. doi:10.1007/s12070-010-0047-z
- Rodella, L. F., Buffoli, B., Labanca, M. ve Rezzani, R. (2012). A review of the mandibular and maxillary nerve supplies and their clinical relevance. *Archives of Oral Biology*, 57(4), 323-334. doi:10.1016/j.archoralbio.2011.09.007
- Rosano, G., Taschieri, S., Gaudy, J.-F., Weinstein, T. ve Del Fabbro, M. (2011). Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clinical Oral Implants Research*, 22(7), 711-715. doi:10.1111/j.1600-0501.2010.02045.x
- Sánchez-Pérez, A., Boracchia, A. C., López-Jornet, P. ve Boix-García, P. (2016). Characterization of the maxillary sinus using cone beam computed tomography. A retrospective radiographic study. *Implant dentistry*, 25(6), 762-769.
- Schriber, M., von Arx, T., Sendi, P., Jacobs, R., Suter, V. G. A. ve Bornstein, M. M. (2017). Evaluating Maxillary Sinus Septa Using Cone Beam Computed Tomography: Is There a Difference in Frequency and Type Between the Dentate and Edentulous Posterior Maxilla? *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(6), 1324-1332. doi:10.11607/jomi.5854
- Scuderi, A. J., Harnsberger, H. R. ve Boyer, R. S. (1993). Pneumatization of the paranasal sinuses: Normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR images. *American Journal of Roentgenology*, 160(5), 1101-1104. doi:10.2214/ajr.160.5.8470585
- Sekerci, A. E., Sisman, Y., Etoz, M. ve Bulut, D. G. (2013). Aberrant Anatomical Variation of Maxillary Sinus

Mimicking Periapical Cyst: A Report of Two Cases and Role of CBCT in Diagnosis. *Case Reports in Dentistry*, 2013, 1-4. doi:10.1155/2013/757645

Sharan, A. ve Madjar, D. (2006). Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(3), 375-381. doi:10.1016/j.tripleo.2005.09.031

Tian, X., Qian, L., Xin, X., Wei, B. ve Gong, Y. (2016). An analysis of the proximity of maxillary posterior teeth to the maxillary sinus using cone-beam computed tomography. *Journal of endodontics*, 42(3), 371-377.

Vaid, S. ve Vaid, N. (2015). Normal Anatomy and Anatomic Variants of the Paranasal Sinuses on Computed Tomography. *Neuroimaging Clinics of North America*, 25(4), 527-548. doi:10.1016/j.nic.2015.07.002

Vogiatzi, T., Kloukos, D., Scarfe, W. C. ve Bornstein, M. M. (2014). Incidence of anatomical variations and disease of the maxillary sinuses as identified by cone beam computed tomography: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29(6), 1301-14.

Wang, K. L., Nichols, B. G., Poetker, D. M. ve Loehrl, T. A. (2015). Odontogenic sinusitis: A case series studying diagnosis and management. *International Forum of Allergy & Rhinology*, 5(7), 597-601. doi:10.1002/alr.21504

Weber, R. K. ve Hosemann, W. (2015). Comprehensive review on endonasal endoscopic sinus surgery. *GMS current*

topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery, 14, Doc08.

Whyte, A ve Chapeikin, G. (2005). Opaque maxillary antrum: A pictorial review. *Australasian Radiology*, 49(3), 203-213. doi:10.1111/j.1440-1673.2005.01432.x

Whyte, Andrew ve Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: Physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(8), 20190205. doi:10.1259/dmfr.20190205

Yeung, A. W. K. (2019). The 'As Low as Reasonably Achievable' (ALARA) principle: A brief historical overview and a bibliometric analysis of the most cited publications. *Radioprotection*. <https://hub.hku.hk/handle/10722/271208> adresinden erişildi.

Yeung, Andy Wai Kan, Hung, K. F., Li, D. T. S. ve Leung, Y. Y. (2022). The use of CBCT in evaluating the health and pathology of the maxillary sinus. *Diagnostics*, 12(11), 2819.

Yura, S., Kato, T., Ooi, K. ve Izumiyama, Y. (2010). Access to the maxillary sinus using a bone flap with sinus mucosal and mucoperiosteal pedicles. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(2), e8-e12. doi:10.1016/j.tripleo.2009.09.012

Zhang, B., Wei, Y., Cao, J., Xu, T., Zhen, M., Yang, G., ... Hu, W. (2020). Association between the dimensions of the maxillary sinus membrane and molar periodontal status: A retrospective CBCT study. *Journal of Periodontology*, 91(11), 1429-1435. doi:10.1002/JPER.19-0391

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ALANINDA
AKADEMİK TARTIŞMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com