

Ekim 2025

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE SAĞLIĞI

ALANINDA ULUSLARARASI
AKADEMİK ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

EDİTÖR **DOÇ. DR. MEHMET DEMİRKOL**



Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2025

ISBN • 978-625-5737-88-5

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

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

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruyenyayinevi.com

e-mail: seruyenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE SAĞLIĞI

ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK
ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

EKİM 2025

EDİTÖR DOÇ. DR. MEHMET DEMİRKOL

İÇİNDEKİLER

ORTOGNATİK CERRAHİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: SANAL PLANLAMA VE HASTA-SPEŞİFİK FİKSASYON SİSTEMLERİ

Barış ErkuT TÜRK..... 1

DİŞ HEKİMLİĞİNDE ULTRASONOGRAFİ KULLANIMI

Medine ŞİMŞEK..... 13

Muhammed Enes NARALAN 13

CAMERİERE METODOLOJİSİ İLE YAŞ TESPİTİ: DENTOMAKSİLLOFASİAL RADYOLOJİ KAPSAMINDA TÜRK POPÜLASYONUNA YÖNELİK UYGULAMALAR VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Emine Nur KAHRAMAN 33



ORTOGNATİK CERRAHİDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM: SANAL PLANLAMA VE HASTA-SPEŞİFİK FİKSASYON SİSTEMLERİ

“ ”

Barış ErkuT TÜRK¹

1 Araştırma Görevlisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız Diş ve Çene Cerrahisi AD, ORCHID: 0000-0002-4025-1133
e-mail: bariserkutturk@gmail.com

1. GİRİŞ

Ortognatik cerrahi, dentofasiyal deformitelerin estetik ve fonksiyonel olarak düzeltilmesini amaçlayan, maksilla ve mandibulanın üç boyutlu yeniden konumlandırılmasına dayalı bir cerrahi yaklaşımdır (Brunetto ve ark., 2014; Kurabe ve ark., 2016; Lee ve ark., 2012). Ortognatik cerrahide segmentleri sabitlemek için kullanılan rijit internal fiksasyonda titanyum plaklar uzun yıllardır rutin olarak kullanılmakta, biyouyumluluk ve mekanik dayanıklılıklarıyla kemik stabilizasyonunda güvenilir sonuçlar sağlamaktadır (Fedorowicz ve ark., 2007; Hanemann ve ark., 2005). Son yıllarda, üç boyutlu görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve CAD/CAM tabanlı üretim teknikleri ile desteklenen dijital iş akışları, planlama ve uygulama süreçlerinde devrim yaratmıştır (Kotaniemi ve ark., 2019; Polley ve ark., 2013). Bu teknolojiler, cerrahi kılavuzlar ve hasta-spesifik implantlar aracılığıyla segment konumlandırma hassasiyetini artırarak operasyonel doğruluk ve postoperatif stabiliteye önemli katkılar sunmaktadır (Heufelder ve ark., 2017; Rückschloß ve ark., 2019).

2. ORTOGNATİK CERRAHİ

Ortognatik cerrahi, maksillofasiyal cerrahlar tarafından sıkça uygulanan, estetik ve fonksiyonel parametreler doğrultusunda maksilla ve mandibulanın üç boyutlu olarak yeniden konumlandırılmasını amaçlayan kapsamlı bir cerrahi yaklaşımdır (Brunetto ve ark., 2014). Bu işlem, maksilla, mandibula ve çevre yumuşak dokuların pozisyonunu düzeltmek amacıyla çeşitli osteotomi tekniklerinin uygulanmasına dayanır. Başlıca cerrahi endikasyonu, dentoskeletal anomalilerde kemiklerin yeniden hizalanması gereksinimidir (Lee ve ark., 2012). Ancak endikasyonlar yalnızca iskeletsel uyumsuzluklarla sınırlı değildir; çene deformiteleri, yumuşak doku profili, oklüzal ilişki ve fonksiyonel kapasiteyi etkileyerek çiğneme, yutma ve konuşma bozukluklarına neden olabilir. Daha ileri vakalarda, özellikle mandibular retrognati veya maksiller hipoplazi gibi durumlarda, üst solunum yolunun hacmi daralabilir ve bu da obstrüktif uyku apnesi gibi ciddi solunum problemlerine yol açabilir (Mitchell & Kanatas, 2015). Ortognatik cerrahinin amacı, yalnızca iskeletsel uyumu ve yüz estetiğini sağlamak değil, aynı zamanda stomatognatik sistemin fonksiyonlarını optimize ederek hastanın günlük yaşam kalitesini artırmaktır. Yapılan çalışmalar, dentofasiyal deformiteli bireylerde bu deformitelerin hem psikososyal açıdan hem de oral fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkiler yarattığını, cerrahi düzeltmenin ise yaşam kalitesinde anlamlı iyileşmelere katkıda bulunduğunu göstermektedir (Kurabe ve ark., 2016).

3. TİTANYUM PLAKLARLA FİKSASYON

Titanyum plak ve vidalar, 1970’li yıllardan itibaren kraniyomaksillofasiyal cerrahide yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve günümüzde ortognatik cerrahide rijit internal fiksasyon için “altın standart” olarak kabul edil-

mektedir (Fedorowicz ve ark., 2007). Yüksek biyouyumlulukları, korozyona karşı dirençleri, düşük özgül ağırlıkları ve mükemmel mekanik dayanıklılıkları sayesinde kemik segmentlerinin stabilizasyonunda güvenilir bir seçenek sunarlar. Titanyum alaşımlarının elastik modülü kortikal kemiğe yakın olduğundan, yük transferi sırasında mekanik uyum sağlar; aynı zamanda şekillendirilebilir yapıları sayesinde cerrahi sahada anatomik konturlara kolayca adapte edilebilirler (Hanemann ve ark., 2005).

Klinik olarak titanyum plaklar, iyileşme süresince mastikatuvar kuvvetlere karşı yeterli direnç göstererek primer kemik iyileşmesini destekler ve postoperatif dönemde oklüzal stabilitenin korunmasına katkıda bulunur (Fedorowicz ve ark., 2007).

Çeşitli randomize kontrollü çalışmalar, titanyum sistemlerin postoperatif rahatsızlık, hasta memnuniyeti, plak ekspozisyonu ve enfeksiyon oranları açısından biyorezorbe plak sistemleri ile karşılaştırıldığında anlamlı üstünlük göstermediğini bildirmiştir (Cheung ve ark., 2004; Fedorowicz ve ark., 2007). Bununla birlikte, uzun dönem klinik tecrübe ve öngörülebilir stabilite sağlamaları, titanyum plakların halen pek çok cerrahi merkezde birincil tercih olmasını sağlamaktadır.

Ortognatik cerrahi, son on yılda dijital teknolojilerin hızlı entegrasyonu ile planlama ve uygulama süreçlerinde köklü bir dönüşüm yaşamıştır. İki boyutlu görüntüleme teknikleri yerine gelen üç boyutlu görüntüleme tekniği, sanal cerrahi planlama ve Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Tasarım Üretim (CAD/CAM) tabanlı üretim teknikleri; operasyonel doğruluğu artırma, cerrahi süreci kısaltma ve postoperatif stabiliteyi iyileştirme potansiyeli taşımaktadır (Kotaniemi ve ark., 2019; Polley ve ark., 2013; Zammit ve ark., 2023). Bu dijital dönüşüm, yalnızca preoperatif planlama aşamasında değil, intraoperatif süreçte de yeni olanaklar sunarak segment konumlandırmasında hassasiyetin artmasını ve cerrahi iş akışının sadeleşmesini sağlamaktadır (Stamm ve ark., 2022; Zammit ve ark., 2023). Literatürde bu gelişmeler, iki ana teknoloji ekseninde öne çıkmaktadır: sanal cerrahi planın ameliyat ortamına yüksek doğrulukla aktarılmasını sağlayan dijital planlama sistemleri ve cerrahi kılavuzlar ile, hastanın anatomisine birebir uyumlu olacak şekilde tasarlanan ve segment stabilitesini optimize eden hasta-spesifik implantlar (PSI) ve plak sistemleri (Heufelder ve ark., 2017; Kotaniemi ve ark., 2019; Rückschloß ve ark., 2019). Aşağıda, bu iki temel yaklaşımın literatürdeki yeri ve klinik uygulamalara katkıları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4. DİJİTAL PLANLAMA SİSTEMLERİ VE CERRAHİ KILAVUZLAR

Ortognatik cerrahi alanında dijital teknolojilerin entegrasyonu, planlama ve uygulama süreçlerinde köklü değişiklikler yaratmıştır. Literatürde üç boyutlu görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve CAD/CAM tabanlı üretim tekniklerinin, cerrahi doğruluğu artırdığı, operasyon süresini kısalttığı ve

postoperatif stabiliteyi güçlendirdiği ifade edilmektedir (Polley ve ark., 2013; Stamm et al., 2022; Zammit ve ark., 2023).

Polley & Figueroa 2013 yılında, dijital planlama sürecinde Orthognathic Positioning System (OPS) adı altında, sanal cerrahi planının ameliyat sahasına doğrudan ve doğru şekilde aktarılmasını sağlayan, oklüzal bazlı intraoperatif kılavuzlardan oluşan bir sistem tanıtmışlardır. Bu sistem, osteotomize edilmiş dentoskeletal segmentlerin hedef konumuna yerleştirilmesini kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmış ve üç boyutlu CAD/CAM teknolojisiyle üretilmiştir. OPS, ameliyat sırasında ölçüm yapma, kondil pozisyonunu tahmin etme, büyük hacimli ara splint kullanma ve intermaksiller tel fiksasyonu gibi geleneksel adımları ortadan kaldırarak operasyonu basitleştirmeyi hedefler. Sistemin kullanımı, planlama süresini azaltabilir, laboratuvar kaynaklı toz ve kimyasallara maruziyeti önleyebilir ve CAD/CAM teknolojisinin sağladığı doğruluğu ameliyat ortamına taşıyabilir. OPS, maksilla, mandibula ve çene ucu gibi farklı segmentlerin konumlandırılmasında hassasiyet sağlar ve kondil pozisyonunun korunmasına yardımcı olur (Polley ve ark., 2013). Sistemde yer alan delme kılavuzları, stabil kemikte referans noktalarının belirlenmesini, pozisyonlandırma kılavuzları ise mobilize segmentlerin bu noktalara sabitlenmesini mümkün kılar. Proksimal segmentlerin rotasyon veya lateral torquing hareketlerini önleyerek ek bir cerrahi asistan gereksinimini azaltır. Tek splint ile çalışmaya imkân tanır; yalnızca segmental ark düzenlemesi yapılan durumlarda final splint eklenir. Mobilize segmentlerin rijit fiksasyon öncesinde stabil tutulması, cerrahi sıralamanın vaka ihtiyaçlarına göre esnek şekilde belirlenmesine olanak tanır (Polley ve ark., 2013)

Stamm ve ark. (Stamm ve ark., 2022) ise Digital Münster Model Surgery (DMMS) adı verilen bir sistemi tanıtmış ve klinik doğruluğunu değerlendirmiştir. Bu sistem, intraoral taramalara dayalı olarak sanal cerrahi planlama yapılmasına ve planın ameliyat sahasına aktarılmasına imkân tanıdığı ifade edilmiştir. Çalışmada, planlama ile ameliyat sonrası çene pozisyonu arasındaki uyum analiz edilmiş ve sonuçların klinik kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu bildirilmiştir. Yazarlar, DMMS'nin farklı cerrahi hareketlerde yüksek doğruluk sunduğunu ve planlama sürecinden cerrahi uygulamaya kadar olan zincirde hata oranının düşük kaldığını vurgulamaktadır. Sistem, özellikle stabilite açısından öngörülebilir sonuçlar elde edilmesini desteklemekte ve planlama–uygulama uyumunu artıran bir dijital iş akışı sunmaktadır (Stamm ve ark., 2022)

Zammit ve ark. (Zammit ve ark., 2023) 2023 yılında yaptıkları bir çalışmada, ortognatik cerrahide mevcut eğilimleri ele alarak dijital teknolojilerin artan rolünü vurgulamıştır. Üç boyutlu görüntüleme, sanal cerrahi planlama ve hasta-spesifik implantlar gibi yeniliklerin, tedavi doğruluğunu artırma ve cerrahi süreyi azaltma potansiyeline sahip olduğunu belirtirler. Bu teknolojilerin, karmaşık deformitelerin yönetiminde planlama ile uygulama arasında-

ki uyumu güçlendirdiğini ifade ederler. Yazarlar, dijital sistemlerin getirdiği avantajlara rağmen, maliyet, üretim süresi ve teknik altyapı gereksinimlerinin yaygın kullanımı sınırlayabileceğini vurgular. Ayrıca, başarılı sonuçlar için doğru vaka seçiminin, multidisipliner yaklaşımın ve cerrahın deneyiminin kritik öneme sahip olduğunu dile getirirler (Zammit ve ark., 2023).

Literatür bulguları, dijital planlama sistemleri ve CAD/CAM tabanlı üretim tekniklerinin ortognatik cerrahide cerrahi doğruluğu artırarak, operasyon süresini kısalttığını ve postoperatif stabiliteyi desteklediğini göstermektedir. OPS, DMMS ve benzeri sistemler, sanal planın ameliyat sahasına yüksek hassasiyetle aktarılmasına olanak tanırken; planlama–uygulama uyumunu artırmakta ve cerrahi iş akışını basitleştirmektedir. Tablo 1’de özetlendiği üzere, maliyet, üretim süresi ve teknik altyapı gereklilikleri, bu teknolojilerin yaygınlaşmasında dikkate alınması gereken kısıtlayıcı unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 1. *Dijital planlama sistemleri ile geleneksel yöntemlerin karşılaştırılması*

Kriter	Dijital Planlama Sistemleri	Geleneksel Yöntemler
Cerrahi doğruluk	Yüksek; sanal plan doğrudan ameliyat sahasına aktarılır, milimetrik hassasiyet sağlanır (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)	2D planlama ve artikülör kullanımı nedeniyle doğruluk teyidi daha sınırlıdır (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)
Cerrahi süre	Daha kısa; intraoperatif uyum ve ölçüm ihtiyacı azalır (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)	Daha uzun; ölçüm, splint uyumu ve segment ayarlamaları zaman alır (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)
Kondil pozisyonu kontrolü	Kondil pozisyonunun korunmasına yardımcı olur (Polley ve ark., 2013)	Cerrahin manuel kontrolüne bağlı (Polley ve ark., 2013)
İş akışı	CAD/CAM tabanlı; planlama–uygulama uyumu yüksek (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)	Manuel; planlama–uygulama uyumu değişken (Polley ve ark., 2013; Stamm ve ark., 2022)
Kısıtlılıklar	Maliyet, üretim süresi, teknik altyapı gerekliliği (Stamm ve ark., 2022)	Daha düşük maliyet, yaygın erişilebilirlik (Stamm ve ark., 2022)

5. HASTA-SPEŞİFİK İMPLANTLAR (PSİ) VE PLAK SİSTEMLERİ

3 boyutlu planlama süreci ile boyut atlayan dijital iş akışları, özellikle hasta-spesifik plak ve implant sistemlerinin geliştirilmesine olanak tanımış; karmaşık deformitelerin düzeltilmesinde ve segmental osteotomilerde hedef pozisyona yüksek hassasiyetle ulaşılmasını mümkün kılmıştır (Heufelder ve ark., 2017; Kalmar ve ark., 2020; M. Kim ve ark., 2021; Kim ve ark., 2023; Kotaniemi ve ark., 2019; Rückschloß ve ark., 2019; Suojanen ve ark., 2017). Literatürde, farklı araştırma grupları tarafından bu teknolojilerin tasarım süreçleri, klinik doğrulukları, operasyonel avantajları ve sınırlılıkları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Rückschloß ve ark. (Rückschloß ve ark. 2019), ortognatik cerrahide farklı fiksasyon yöntemlerini karşılaştırarak, hasta-spesifik plak sistemleri ile konvansiyonel miniplakların klinik performansını değerlendirmiştir. Çalışmada, sanal cerrahi planlama ile belirlenen segment konumlarının ameliyat sonrası doğruluğu analiz edilmiş ve hasta-spesifik plakların, planlanan pozisyona doğrudan ve yüksek doğrulukla yerleştirme imkânı sunduğu bildirilmiştir. Bu yöntem, intraoperatif uyum ihtiyacını azaltmış ve konumlandırma hassasiyetini artırmıştır. Konvansiyonel miniplakların ise daha düşük maliyet ve kolay erişilebilirlik gibi pratik avantajlara sahip olduğu belirtilmiştir. Yazarlar, fiksasyon yöntemi seçiminde vaka özellikleri, cerrahi hedefler ve mevcut teknik altyapının dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Kotaniemi ve ark. (Kotaniemi ve ark., 2019), segmental Le Fort I osteotomilerinde hasta-spesifik plakların konumlandırma doğruluğunu değerlendirmiştir. Çalışmada, preoperatif sanal plan ile postoperatif sonuçlar üç boyutlu olarak karşılaştırılmış ve hasta-spesifik plakların segmentlerin planlanan pozisyona yüksek doğrulukla yerleştirilmesini sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca, bu yöntemin intraoperatif uyum ihtiyacını azalttığı, bu durumun cerrahi sürecin basitleşmesine ve potansiyel olarak operasyon süresinin kısaltmasına katkıda bulunabileceği ifade edilmiştir. Yöntemin özellikle kompleks segmental osteotomi vakalarında avantajlı olabileceği belirtilmiş; maliyet, üretim süresi ve teknik altyapı gereklilikleri ise sınırlayıcı faktörler olarak vurgulanmıştır.

Kim ve ark. (M. Kim ve ark., 2021), ortognatik cerrahide hasta-spesifik implantların tasarım ve üretim sürecini tanıtmaktadır. Çalışmada, üç boyutlu görüntüleme verilerinden elde edilen modeller kullanılarak segmentlerin hedef pozisyonda konumlandırılmasına olanak tanıyan CAD/CAM tabanlı bir planlama ve üretim yöntemi açıklanmıştır. Bu yaklaşım, konvansiyonel yöntemlere kıyasla ameliyat sırasında daha az uyum gerektirmekte ve cerrahi doğruluğu artırmaktadır. Yazarlar, yöntemin cerrahi süreci kısaltabileceğini, doğruluk ve uyum açısından avantaj sağlayabileceğini, ancak maliyet ve üretim süresi gibi faktörlerin yaygın kullanımını sınırlayabileceğini belirtmektedirler.

Heufelder ve ark. (Heufelder ve ark., 2017), segmental Le Fort I osteotomilerinde hasta-spesifik plakların uzun dönem klinik sonuçlarını değerlendirmiştir. Çalışmada, preoperatif sanal planlama ile üretilen bu plakların postoperatif stabilite ve konumlandırma doğruluğu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, hasta-spesifik plakların segmentlerin planlanan pozisyonda güvenilir şekilde yerleştirilmesini sağladığını ve elde edilen pozisyonun uzun dönemde korunduğunu göstermektedir. Yazarlar, bu yöntemin özellikle çok segmentli osteotomilerde cerrahi doğruluğu artırdığını ve konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha öngörülebilir sonuçlar sunduğunu vurgulamaktadır. Bununla birlikte, üretim maliyeti, teknik altyapı gereksinimleri ve üretim

süresi gibi faktörlerin yöntemin yaygın kullanımında belirleyici olduğu; cerrahın deneyimi ve uygun vaka seçiminin ise uzun vadeli başarının anahtar unsurları olduğu ifade edilmektedir.

Kalmar ve ark. (Kalmar ve ark., 2020), ortognatik cerrahide sanal planlama ile hasta-spesifik plak kullanımını bir vaka serisi üzerinden değerlendirmiştir. Üç boyutlu görüntüleme verileri kullanılarak hazırlanan sanal cerrahi plan, CAD/CAM teknolojisi ile üretilen plaklar aracılığıyla ameliyat sahasına aktarılmıştır. Bu yöntem, segmentlerin hedef pozisyona yüksek doğrulukla yerleştirilmesine ve intraoperatif uyum ihtiyacının azaltılmasına imkân tanımaktadır. Yazarlar, hasta-spesifik plakların cerrahi doğruluğu artırdığını, operasyon süresini kısalttığını ve özellikle kompleks vakalarda postoperatif stabiliteyi desteklediğini belirtmektedir. Bununla birlikte, maliyet, üretim süresi ve teknolojik altyapı erişimi gibi unsurların, yöntemin yaygın olarak benimsenmesini sınırlayabileceğini vurgulamaktadırlar. Ayrıca, başarılı sonuçlar için uygun vaka seçimi ve cerrahın deneyiminin kritik önem taşıdığı ifade edilmektedir.

Suojanen ve ark. (Suojanen ve ark., 2017), maksillofasial rekonstrüksiyon ve ortognatik cerrahide kullanılan hasta-spesifik titanyum implantların tasarım ve üretim sürecini tanıtır. Bu implantlar, hastanın BT veya CBCT verilerinden elde edilen üç boyutlu sanal modeller üzerinden planlanır ve CAD/CAM teknikleri kullanılarak üretilir. Amaç, cerrahi sırasında segmentlerin hedef pozisyona yüksek hassasiyetle yerleştirilmesini sağlamak ve intraoperatif uyum sorunlarını en aza indirmektir. Yazarlar, bu yöntemin cerrahi sürenin kısılmasına, postoperatif stabilitenin artmasına ve estetik sonuçların iyileşmesine katkı sağladığını belirtir. Ancak maliyet, üretim süresi ve gerekli teknolojik altyapıya erişim gibi faktörlerin kullanımını sınırlayabileceğini vurgular. Ayrıca, doğru vaka seçiminin ve cerrahın deneyiminin, hasta-spesifik implantlardan maksimum fayda elde etmek için kritik olduğunu ifade eder.

Üç boyutlu planlama ile desteklenen dijital iş akışları, hasta-spesifik plak ve implantların geliştirilmesini mümkün kılarak, karmaşık deformitelerin düzeltilmesinde ve segmental osteotomilerde cerrahi hassasiyeti belirgin şekilde artırmıştır. Tablo 2’de de özetlendiği üzere, bu sistemler planlanan pozisyona tek adımda ulaşmayı sağlayarak intraoperatif uyum ihtiyacını azaltmakta, operasyon süresini kısaltmakta ve postoperatif stabiliteyi güçlendirmektedir. Bununla birlikte, üretim maliyeti, süre ve teknik altyapı gereklilikleri, yaygın kullanımı sınırlayan başlıca etkenler olmaya devam etmektedir. En iyi sonuçların elde edilmesi ise, uygun vaka seçimi ve cerrahın deneyimi ile doğrudan ilişkilidir.

Tablo 2. *Hasta-Spesifik İmplantlar ve konvansiyonel miniplakların karşılaştırılması*

Kriter	Hasta-Spesifik İmplantlar	Konvansiyonel Miniplaklar
Konumlandırma doğruluğu	Yüksek; planlanan pozisyona tek adımda yerleştirme (Heufelder ve ark., 2017; Kotaniemi et al., 2019; Rückschloß ve ark., 2019)	Cerrah deneyimine bağlı; intraoperatif uyum sık gereklidir (Heufelder et al., 2017; Kotaniemi ve ark., 2019; Rückschloß ve ark., 2019)
Cerrahi süre	Kısalır; uyum ihtiyacı azalır (Kalmar ve ark., 2020; Kotaniemi ve ark., 2019; Rückschloß ve ark., 2019)	Daha uzun; plak uyumu ve vida yerleştirme aşamaları zaman alır (Kalmar ve ark., 2020; Kotaniemi ve ark., 2019; Rückschloß ve ark., 2019)
Stabilite	Kompleks vakalarda ve çok segmentli osteotomilerde daha öngörülebilir (Heufelder ve ark., 2017; Kotaniemi ve ark., 2019)	Stabilite cerrahın teknik becerisine ve vida konumuna bağlı (Heufelder ve ark., 2017; Kotaniemi ve ark., 2019)
Kısıtlılıklar	Yüksek maliyet, üretim süresi, teknik altyapı ihtiyacı (Rückschloß ve ark., 2019; Suojanen ve ark., 2017)	Düşük maliyet, kolay erişim; ancak doğruluk değişken (Rückschloß ve ark., 2019; Suojanen ve ark., 2017)

6. SONUÇ

Sonuç olarak, dijital teknolojilerin ortognatik cerrahiye entegrasyonu son yıllarda hem akademik literatürde hem de klinik uygulamalarda gide-rek daha fazla ilgi gören bir konu hâline gelmiştir. Sanal cerrahi planlama, CAD/CAM tabanlı üretim ve hasta-spesifik fiksasyon sistemleri gibi yenilikçi yöntemler, cerrahi planlamanın doğruluğunu ve intraoperatif süreçlerin verimliliğini artırma potansiyeli taşımaktadır. Bununla birlikte, bu sistemlerin klinik sonuçlara etkisi, farklı vaka tipleri ve cerrahi deneyim düzeylerinde de-ğişkenlik gösterebilir. Aşağıda, mevcut literatür ve klinik gözlemlerden elde edilen bulgular ışığında yapılan çıkarımlar özetlenmiştir.

- Dijital teknolojilerin entegrasyonu, planlama ve uygulama süreçle-rinde önemli değişiklikler yaratma potansiyeline sahiptir.

- Sanal cerrahi planlama, segment pozisyonlarının ameliyat sahasına yüksek hassasiyetle aktarılmasına katkı sağlayabilir.

- CAD/CAM tabanlı üretim teknikleri, cerrahi kılavuz ve fiksasyon sistemlerinin hasta anatomisine daha iyi uyum göstermesine olanak tanıya-bilir.

- Hasta-spesifik plak ve implantların, segmentlerin hedef pozisyona tek adımda ve uyum sorunu olmadan yerleştirilmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

- Bu teknolojilerin, özellikle kompleks deformiteler ve çok segmentli osteotomilerde cerrahi doğruluk ve postoperatif stabiliteyi destekleyebileceği öne sürülebilir.

- Operasyon süresinin kısılması ve intraoperatif ayarlama ihtiyacının azalması, cerrahi verimliliğe katkıda bulunabilir.

- Yüksek maliyet, üretim süresi ve teknik altyapı gereklilikleri, bu teknolojilerin yaygın kullanımını sınırlandırabilecek faktörler arasında yer alabilir.

- Uygun vaka seçimi, multidisipliner planlama ve cerrahın deneyiminin, dijital iş akışlarının klinik başarıya dönüşmesinde önemli rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Bu çıkarımlar, dijital teknolojilerin ortognatik cerrahiye sunduğu fırsatların ve beraberinde getirdiği zorlukların birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Gelecekte, daha fazla sayıda prospektif ve kontrollü çalışmanın, bu teknolojilerin uzun dönem klinik sonuçlara, hasta memnuniyetine ve maliyet-etkinlik düzeyine etkisini netleştirmesi beklenmektedir. Böylece, dijital iş akışlarının hangi vaka tiplerinde en fazla yarar sağladığı ve hangi koşullarda uygulanmasının daha rasyonel olduğu konusunda daha güçlü kanıtlar elde edilebilir.

Hasta-spesifik plaklar özelinde değerlendirildiğinde, bu sistemlerin özellikle kompleks deformite düzeltmeleri ve çok segmentli osteotomilerde cerrahi doğruluk ve postoperatif stabiliteyi artırma potansiyeli taşıdığı görülmektedir. Ancak yüksek maliyet, üretim süresi, teknik altyapı gerekliliği ve intraoperatif esneklik kısıtlılığı gibi faktörler, kullanım alanlarını sınırlandırabilecek unsurlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, klinik uygulamada hasta-spesifik plakların tercih edilmesi, vaka özellikleri, mevcut imkânlar ve cerrahın deneyimi dikkate alınarak titizlikle planlanmalıdır.

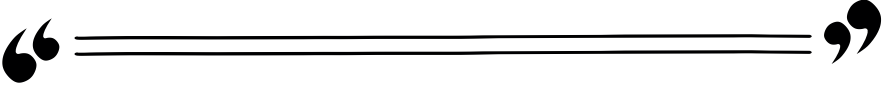
KAYNAKLAR

- Brunetto, D. P., Velasco, L., Koerich, L., & Araújo, M. T. D. S. (2014). Prediction of 3-dimensional pharyngeal airway changes after orthognathic surgery: A preliminary study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(3). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.05.024>
- Cheung, L. K., Chow, L. K., & Chiu, W. K. (2004). A randomized controlled trial of resorbable versus titanium fixation for orthognathic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 98(4). <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.02.069>
- Fedorowicz, Z., Nasser, M., Newton, J. T., & Oliver, R. J. (2007). Resorbable versus titanium plates for orthognathic surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006204.pub2>
- Hanemann, M., Simmons, O., Jain, S., Baratta, R., Guerra, A. B., & Metzinger, S. E. (2005). A comparison of combinations of titanium and resorbable plating systems for repair of isolated zygomatic fractures in the adult: A quantitative biomechanical study. *Annals of Plastic Surgery*, 54(4). <https://doi.org/10.1097/01.sap.0000151484.59846.62>
- Heufelder, M., Wilde, F., Pietzka, S., Mascha, F., Winter, K., Schramm, A., & Rana, M. (2017). Clinical accuracy of waferless maxillary positioning using customized surgical guides and patient specific osteosynthesis in bimaxillary orthognathic surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 45(9), 1578–1585. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.06.027>
- Kalmar, C. L., Humphries, L. S., Zimmerman, C. E., Vu, G. H., Swanson, J. W., Bartlett, S. P., & Taylor, J. A. (2020). Orthognathic Hardware Complications in the Era of Patient-Specific Implants. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 146(5), 609E–621E. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000007250>
- Kim, M., Li, J., Kim, S., Kim, W., Kim, S. H., Lee, S. M., ... Kim, J. W. (2021). Individualized 3d-printed bone-anchored maxillary protraction device for growth modification in skeletal class iii malocclusion. *Journal of Personalized Medicine*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/jpm11111087>
- Kim, S. hyang, Lee, S. M., Park, J. H., Yang, S., & Kim, J. W. (2023). Effectiveness of individualized 3D titanium-printed Orthognathic osteotomy guides and custom plates. *BMC Oral Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03000-3>
- Kotaniemi, K. V. M., Heliövaara, A., Kotaniemi, M., Stoor, P., Leikola, J., Palotie, T., & Suojanen, J. (2019). Comparison of postoperative skeletal stability of maxillary segments after Le Fort I osteotomy, using patient-specific implant versus mini-plate fixation. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(7), 1020–1030. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.04.003>
- Kurabe, K., Kojima, T., Kato, Y., Saito, I., & Kobayashi, T. (2016). Impact of orthognathic surgery on oral health-related quality of life in patients with jaw deformities. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(12). <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.07.003>

- Lee, Y., Chun, Y. S., Kang, N., & Kim, M. (2012). Volumetric changes in the upper airway after bimaxillary surgery for skeletal class iii malocclusions: A case series study using 3-dimensional cone-beam computed tomography. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70(12). <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.03.007>
- Mitchell DA, & Kanatas A. (2015). *An introduction to oral and maxillofacial surgery*. (2.nd edition; Boca Raton, Ed.). CRC Press.
- Polley, J. W., & Figueroa, A. A. (2013). Orthognathic positioning system: Intraoperative system to transfer virtual surgical plan to operating field during orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 71(5), 911–920. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.11.004>
- Rückschloß, T., Ristow, O., Müller, M., Kühle, R., Zingler, S., Engel, M., ... Freudlsperger, C. (2019). Accuracy of patient-specific implants and additive-manufactured surgical splints in orthognathic surgery — A three-dimensional retrospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(6), 847–853. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.02.011>
- Stamm, T., Andriyuk, E., Kleinheinz, J., Jung, S., Dirksen, D., & Middelberg, C. (2022). In Vivo Accuracy of a New Digital Planning System in Terms of Jaw Relation, Extent of Surgical Movements and the Hierarchy of Stability in Orthognathic Surgery. *Journal of Personalized Medicine*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/jpm12050843>
- Suojanen, J., Leikola, J., & Stoor, P. (2017). The use of patient-specific implants in orthognathic surgery: A series of 30 mandible sagittal split osteotomy patients. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 45(6), 990–994. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.02.021>
- Zammit, D., Ettinger, R. E., Sanati-Mehrziy, P., & Susarla, S. M. (2023, December 1). Current Trends in Orthognathic Surgery. *Medicina (Lithuania)*, Vol. 59. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/medicina59122100>



DİŞ HEKİMLİĞİNDE ULTRASONOGRAFİ KULLANIMI



Medine ŞİMŞEK¹

Muhammed Enes NARALAN²

¹ Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0009-0004-8410-5586

² Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, 0000-0002-2444-4322

GİRİŞ

Son yıllardaki bilimsel gelişmeler, dış hekimliğinde yüksek çözünürlüklü tanısal görüntülemenin kullanımını mümkün kılmış, modern cihazlar sayesinde radyasyona maruziyet azalırken görüntü kalitesi artmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografi (USG), bu alandaki en dikkat çekici ilerlemeleri temsil eder. USG özellikle iyonlaştırıcı radyasyon içermemesi ve panoramik radyografi (PR) veya konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT)’ye göre daha ekonomik ve non-invaziv bir seçenek olmasıyla öne çıkar (Reda et al., 2021; Díaz et al., 2024).

USG, tıpta yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak görüntüleme sağlayan bir tanı yöntemidir. USG’nin temel prensipleri ve uygulamaları ilk olarak 1880 yılında Curie kardeşler tarafından ortaya konmuş, ultrasonografik görüntüleme ise 1937 yılında Dussik kardeşler tarafından tanımlanmıştır. Dış hekimliğinde tanısal USG bulguları ise ilk kez 1963 yılında Baum ve çalışma arkadaşları tarafından rapor edilmiştir (Caglayan, İlbaş, & Aksakal, 2021; Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

USG’de kullanılan yüksek frekanslı ses dalgaları, piezoelektrik etki yoluyla elektrik enerjisinin mekanik titreşimlere dönüştürülmesi prensibiyle çalışan transdüserler aracılığıyla vücuda iletilir. Bu transdüserler cihazda prob olarak adlandırılır. Probun şekli, frekansı ve konfigürasyonu, elde edilen görüntüleme alanını belirler. Piezoelektrik sistem, kuvars kristali veya yaygın olarak kullanılan kurşun zirkonyum titanat (PZT) malzemesiyle çalışır. USG’nin temel prensibine göre düşük frekanslı dalgalar derin penetrasyon sağlar ancak düşük çözünürlüklü görüntüler oluşturur; dış hekimliğinde yüzeysel yapılar için yüksek frekanslı doğrusal, derin yapılar için ise konveks problemler tercih edilir (Caglayan, İlbaş, & Aksakal, 2021).

Akustik empedans, bir malzemenin USG dalgalarına karşı gösterdiği direnci ve yoğunluğuna bağlı olarak yansıma oranını belirler. Katı dokular, parçacıkların sıkı düzenlenmesi nedeniyle USG dalgalarını daha fazla yansıtırken, sıvılar dalgaları daha az iletir; bu durum sonografik görüntüde sıvıları düşük ekojeniteli, “siyah” alanlar olarak gösterir. Taş ve kemik gibi yoğun yapılar güçlü yansımayla “beyaz” parlak görüntüler oluşturur ve bu yapıların arkasında akustik gölge adı verilen siyah alanlar oluşur. Hava ise dalgaları büyük ölçüde yansıttığından, hava içeren bölgelerde anatomik yapıların net görüntülenmesi güçleşir (Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

Literatüre göre USG, iyonlaştırıcı radyasyon içermemesi, dinamik ve tekrarlanabilir inceleme imkânı, taşınabilirlik ve düşük maliyet gibi avantajlarla modern görüntüleme yöntemlerine üstünlük sağlar. Renkli Doppler USG (RD-USG), damar akışını ve çevre morfolojisini değerlendirerek X-ışınının kontrendike olduğu durumlarda güvenli bir alternatif sunar. Ayrıca USG’nin karbon emisyonu MRG, Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve röntgenlerden daha

düşüktür ve taşınabilir yapısı pratik kullanım avantajı sağlar. USG görüntülemenin etkinliği, prob türü, frekans ve incelenen yapıların derinliği gibi faktörlere bağlıdır. Derin yapılar, kemik arkası dokular ve hava içeren boşluklar (örneğin kapsül içi kondil kırıkları veya orbital duvarlar) görüntülenemez; ayrıca ileri fasiyal ödem veya yüksek vücut yağ oranı çözünürlüğü düşürür. Yöntem operatör bağımlıdır ve güvenilir görüntü için deneyim gerektirir. Bununla birlikte, USG'nin avantajları dezavantajlarını aşmakta ve kontrendikasyonları nadirdir, çoğu klinik durumda güvenle uygulanabilir (Díaz et al., 2024).

Diş hekimliğinde USG, uzun yıllar boyu tükürük bezleri, servikal lenf nodları ve fasiyal yumuşak dokularının değerlendirilmesiyle sınırlı kalmışken, yüksek çözünürlüklü sistemlerin geliştirilmesiyle kullanım alanı genişlemiştir. Günümüzde yüksek frekanslı (7,5–12 MHz) lineer problarla maksillofasiyal bölgede çok düzlemli ve ayrıntılı görüntüler elde edilebilmektedir. USG, maksillofasiyal kırıklar, servikal lenfadenopatiler, yumuşak doku lezyonları, çiğneme kasları, temporomandibular eklem (TME), periapikal lezyonlar ve tükürük bezi patolojilerinin değerlendirilmesinde etkili bir yöntemdir. Olguya göre transoral veya transkutanöz yaklaşımlar tercih edilmekte, intraoral USG ise ağız tabanı, mukozalar, dil ve periodontal dokuların incelenmesinde kullanılmaktadır (Caglayan, İlbaş, & Aksakal, 2021).

USG'nin tanısal diş hekimliğinde etkinliği kanıtlanmış olsa da terapötik ve girişimsel uygulamalardaki kullanımı henüz sınırlıdır. Tanısal USG genellikle 2–20 MHz, terapötik uygulamalar ise 0,02–3 MHz frekans aralığında çalışır. Terapötik USG, ısı üretimi ve mekanik titreşim yoluyla yumuşak dokularda kan akışını artırarak ağrı ve kas spazmını azaltır; sert dokularda ise kemik remodellemesini ve yeni doku oluşumunu uyarır. Ayrıca osteogenez, anjiyogenez ve iyileşme süreçlerini destekleyerek komplikasyon riskini azaltabilir. Bununla birlikte, bu etkilerin klinik etkinliğini doğrulamak için daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır (Elbarbary et al., 2022).

1. ORAL MUKOZA, BAŞ BOYUN YUMUŞAK DOKU GÖRÜNTÜLEMESİ

USG, oral mukozadaki primer lezyonların ve yumuşak doku patolojilerinin değerlendirilmesinde etkili, non-invaziv ve hızlı bir yöntemdir. Kılavuzlu iğne aspirasyonu, dil kanseri invazyon derinliği ve servikal lenf nodu metastazlarının tanısında USG, lezyonların kanlanması ve sınırlarını net bir şekilde göstererek tanıya katkı sağlar. Benzer şekilde, çürük veya periodontal kaynaklı odontojenik enfeksiyonlar alveolar kemiğin ötesine ve baş-boyun fasyal boşluklarına yayılabilir; bağ dokusu ve fasyal planlar boyunca ilerleyerek ciddi morbidite ve mortalite riski oluşturur. Maksillofasiyal anatominin karmaşıklığı ve düz radyografinin sınırlılıkları, enfeksiyonun evre ve yayılımını belirlemeyi güçleştirir. Bu durumda BT ve MRG lokalizasyon

için yararlı olurken, USG apse evresinin değerlendirilmesinde güvenilir bir tamamlayıcıdır. Gri tonlamalı USG ile damar yapılarının ayrımı zor olsa da, renkli Doppler ile apse boşluğu net bir biçimde belirlenebilir. Literatür, USG bulguları ile klinik tanı arasında yüksek korelasyon göstermektedir (Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014; Ewansiha et al., 2021).

Ağız mukozası epitel tabakası, iyi tanımlanmış sürekli hiperekoik bant olarak görünür; buna eşlik eden, epitel ile benzer kalınlıktaki kısa ve künt retepegleri temsil eden çizgi, mukozanın sınırını oluşturur. Submukozada, dilin ventral kas demetleri ile birleşen homojen, nispeten hipoekoik bağ dokusu bandı yer alır. Altında ise çizgili kas demetlerini temsil eden, hipoekoik, hiperekoik ve anekoik alanların dönüşümlü olarak gözlemlendiği yapı bulunur; bu katman USG görüntüsünün en kalın kısmını oluşturur ve orta ile büyük çaplı damarların gözlemlenmesine olanak sağlar (Di Stasio et al., 2022).

Normal yanak mukozası, mandibulanın kalın kortikal kemiği nedeniyle hiperekoik ve homojen bir desen gösterirken, dil altı bezleri ağız tabanında bazı akustik gölgelenmeler oluşturur. Bu kontrast, doku katmanlarındaki yoğunluk farklılıklarına bağlı akustik geri saçılmadan kaynaklanır; daha az yoğun yağ dokusu hipoekoik, kas ve bağ dokusu gibi daha yoğun dokular ise hiperekoik görünür. Dil, kolay erişilebilirliği ve homojen kas yapısı sayesinde en sık incelenen bölgedir ve tümörleri diğer anatomik yapılardan ayırt etmek kolaydır (Di Stasio et al., 2022).

USG’de apseler, posterior akustik güçlenme gösteren, belirsiz sınırlı, heterojen alanlar olarak izlenir. Merkezi sıvılaşma ve debris alanları avasküler özellikte, apse gazları ise hiperekojen yapılar şeklindedir. USG, apselerin anatomik özelliklerini ayrıntılı biçimde gösterdiği için, gerektiğinde apse drenajının USG eşliğinde yapılmasına olanak tanır (Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

USG ile temporalis kası, temporalis fossanın medialine bitişik ince, hipoekojen bir bant olarak izlenir; kemik sınırı hiperekojen çizgiyle belirgindir ve kasın seyri, hastanın çiğneme veya sıkma hareketiyle en iyi gözlemlenir. Masseter kası, mandibulanın ekojen bandına komşu, homojen bir yapıdır. Anterior digastrik kas, mylohyoid kasların lateralinde yuvarlak hipoekojen alanlar olarak, posterior digastrik kas ise parotis bezinin altında hipoekojen bant şeklinde görünür. Sternokleidomastoid kası büyük, katı hipoekojen yapısı ve medial sınırını belirgin hiperekojen çizgiyle kolayca tanımlanabilir. USG, masseter kas kalınlığını ölçmede etkilidir; enflamasyonlu kaslarda ekojenik bantlar zayıflar veya kaybolur ve ödem varlığında eko yoğunluk azalır (Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

Tiroglossal ve brankial yarık kistleri, servikal kistik lezyonlar arasında en sık görülür; USG’de tiroglossal kistler genellikle posterior akustik güçlenme gösteren anekoik yapılar, debris içeren servikal kistler ise hipoekojen veya psödo-solid görünüm sergiler. Brankial yarık kistleri çoğunlukla hipoekojen,

bazen tamamen anekoik olurken, epidermoid ve dermoid kistler ağız tabanı veya dilin orta hattında lokalizedir. Ranulalar USG’de düzgün sınırlı, anekoik veya homojen hipoekoik, renk veya güç Doppler sinyali göstermeyen lezyonlar şeklinde izlenir. Benzer şekilde, nazolabial kistler yumuşak doku kaynaklı olduklarından konvansiyonel radyografi veya KIBT ile genellikle görünmez; ancak MRG veya USG ile değerlendirilebilir ve posterior akustik güçlenme gösteren, düzenli sınırlı, hipoekoik ve Doppler incelemede santaral kanlanma içermeyen yapılar olarak izlenir (Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014).

2. TÜKÜRÜK BEZİ VE PATOLOJİLERİNİN GÖRÜNTÜLENMESİ

Tükürük bezlerinin değerlendirilmesinde BT, MRG, siyalografi ve USG gibi yöntemler kullanılabilir. Yüzeysel lezyonlarda USG, BT ve MRG’ye alternatif olarak yaygın şekilde tercih edilir; klinik bulgularla birlikte normal ve patolojik bezlerin hızlı ve güvenilir incelenmesini sağlar. Normal tükürük bezleri USG’de homojen ve ekojenik parankimal yapı olarak izlenir. Non-invaziv ve radyasyon içermemesi nedeniyle USG, ağız kuruluğu, disfaji, kanal tıkanıklığı, iltihap, şişlik veya ileri çürük gibi belirtilerin değerlendirilmesinde önerilmektedir (Reda et al., 2021; Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014).

2.1 Siyalolitiazis

Siyalolitiazis, tükürük bezleri arasında en sık görülen patolojidir ve çoğunlukla submandibular bezleri etkiler. Kalsifik taşlar radyografi ve KIBT ile görüntülenebilir; ancak taşın parankim ve kanal sistemiyle ilişkisi yalnızca USG ile net biçimde değerlendirilebilir. USG ile küçük taşlar ve Wharton kanalı ayrıntılı şekilde tespit edilebilir. Taşlar genellikle yemek sırasında ağrı ve şişlik oluşturur; klinik tabloya ağız kuruluğu, halitozis ve kötü tat hissi eşlik edebilir. Taş oluşumunda tükürük akışının durgunluğu, inflamasyon, obstrüksiyon ve travma gibi faktörler rol oynar.

USG, non-invaziv, düşük maliyetli ve geniş erişime sahip olması nedeniyle siyalolitiazisin değerlendirilmesinde öncelikli yöntemlerden biridir; 3 mm’den büyük taşlar yüksek doğrulukla saptanabilir. Yüksek frekanslı intraoral ve transkutanöz USG teknikleri sayesinde hem submandibular hem de parotis bezlerindeki kanallar ayrıntılı biçimde görüntülenebilir (Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014; Ewansiha et al., 2021).

Siyalolitler USG’de genellikle belirgin hiperekoik çizgi veya noktalar şeklinde ve distal akustik gölgelenme ile izlenir. Kanal obstrüksiyonu olan olgularda dilate boşaltım kanalları görülebilir; vakaların yaklaşık yarısında taş ile inflamasyon bir arada bulunur. Tükürükteki hiperekoik hava kabarcıkları, Wharton kanalındaki taş taklit edebilir ve tanıda dikkat gerektirir. Dopp-

ler USG, vaskülarizasyonu değerlendirerek solid ve kistik lezyonların ayırıcı tanısına katkı sağlar. Akut inflamasyonda bez hacmi artar ve hipoeoik görünüm belirginleşirken, kronik olgularda homojen ekojenite kaybolur ve hipoeoik alanlar ortaya çıkar. Ancak parotis ve submandibular bezlerin derin kısımlarının görüntülenmesi sınırlıdır; bu durumlarda USG, MRG veya BT ile kombine edilerek tanısallık artırılabilir (Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014; Ewansiha et al., 2021).

2.2 Sjögren sendromu

Primer Sjögren sendromu (PSS), ekzokrin bezleri hedef alan kronik bir otoimmün hastalık olup, lenfosit ve plazma hücrelerinin yoğun periduktal infiltrasyonu sonucunda tükürük ve gözyaşı bezlerinde ilerleyici doku hasarına yol açar. PSS tanısında tükürük bezi ultrasonografisi (TB-USG), yüksek doğruluk ve özgüllük oranları nedeniyle etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. USG ile elde edilen bulgular, hastalarda gözlenen kuruluk semptomları, ekzokrin fonksiyon bozukluğu, glandüler inflamasyon ve sistemik otoantikor varlığı ile uyum göstermektedir. Bu özellikleri nedeniyle TB-USG, tükürük bezlerindeki tutulum derecesini değerlendirmede güvenilir ve etkili bir tanısallık araç olarak kabul edilmektedir (Evirgen & Kamburoğlu, 2016; Ewansiha et al., 2021).

Sjögren sendromunda tükürük bezlerinin ultrasonografik görünümü genellikle oval, iyi sınırlı, dağınık küçük hipoeoik odaklar içeren ve artmış parankimal kan akımı gösteren heterojen yapılar olarak izlenir (Ewansiha et al., 2021).

2.3 İnflamatuvar ve neoplastik tükürük bezi lezyonları

Tükürük bezi hastalıkları inflamatuvar, sistemik, kistik, obstrüktif veya neoplazmik lezyonlar olarak farklı klinik görünümler gösterebilir ve USG ile net biçimde tespit edilebilir. USG, kitle varlığının doğrulanması, glandüler içi ve dışı lezyonların ayırımı ile olası neoplazmların değerlendirilmesinde etkili bir yöntemdir. Değerlendirme genellikle 7–12 MHz doğrusal geniş bantlı dönüştürücülerle yapılır; normal tükürük bezi homojen orta gri tonlarda ve çevre dokulara kıyasla daha ekojeniktir (Rama Mohan vd., 2015).

Akut inflamasyonda tükürük bezlerinde hacim artışı, parankimal eko değişiklikleri ve Doppler ile belirgin kan akımı artışı gözlenir; organize apselerde ise çevre hiperekoik “hâle” tipiktir. Kronik inflamasyonda bez boyutu normal veya hafif küçülmüş, eko yapısı hipoeoik ve heterojendir; kan akımı artışı genellikle yoktur ve kalsifik odaklar sınırları düzenli gösterir. Bazı akut siyaladenit vakalarında çok sayıda küçük hipoeoik alanlar görülebilir; ayırıcı tanıda granülomatöz hastalıklar, Sjögren sendromu, lenfoma, metastazlar ve benign lenfoepitelyal lezyonlar dikkate alınmalıdır (Bialek, Jakubowski, Zajkowski, Szopinski, & Osmolski, 2006).

Tükürük bezi içi kitleler genellikle hipoekoik olup benign lezyonlar küçük, düzgün sınırlı ve lenf nodlarıyla ilişkili değildir. Malign lezyonlar ise düzensiz konturlu, heterojen yapılı, hilus mimarisi bozuk ve anormal vaskülarizasyonlu olup kistik dejenerasyon ve ekstrakapsüler yayılım gösterebilir. Benign kitleler iyi sınırlı, homojen ve posterior akustik güçlenme gösterirken, malign kitleler heterojen, düzensiz sınırlı ve genişlemiş lenf nodları ile ilişkili olarak izlenir. Renkli Doppler ile benign lezyonlarda vaskülarizasyon zayıf veya yokken, malign lezyonlarda merkezi hipervaskülarite belirgindir. İyi huylu tümörler arasında pleomorfik adenom, adenolenfoma ve miyoepitelyoma, kötü huylular arasında mukoepidermoid, adenoid kistik ve asinik hücreli karsinomlar yaygındır. USG, tükürük bezi tümörlerinde genellikle yüksek özgülüğe sahiptir; ancak bezin derin lobundaki büyük kitlelerde ve komşu anatomik yapılara invazyon değerlendirmesinde sınırlıdır (David & Tiwari, 2015).

3. LENF NODU GÖRÜNTÜLEMESİ

İnsan vücudunda yaklaşık 800 lenf nodu bulunmakta, bunların 300 kadarı boyun bölgesindedir ve bu alan, baş ve yüzden gelen lenfatik drenajın merkezi olduğundan servikal lenfadenopatilerin değerlendirilmesi klinik açıdan önem taşır. Servikal lenfadenopati; enfeksiyon, malign neoplazm, iyi huylu hiperplazi, uzak metastaz veya spesifik olmayan lezyonlar gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir. Klinik muayene yararlı olmakla birlikte, lenf nodlarının çok sayıda ve farklı anatomik bölgelerde yer alması ile gizli boyun hastalıklarının varlığı nedeniyle sınırlıdır (Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014).

Lenf nodları BT, MRG ve USG ile incelenebilir; ancak BT'nin radyasyon içermesi ve MRG'nin sınırlı erişimi ile bazı tanısal eksiklikleri, USG'yi non-invaziv, kolay uygulanabilir ve eş zamanlı görüntüleme sağlayan tercih edilen yöntem hâline getirir. USG, lenf nodlarının şekli, sınırları, ekojenitesi, hilusu, vaskülarizasyonu, kalsifikasyon ve nekroz durumunu ayrıntılı biçimde değerlendirerek klinik muayeneye kıyasla daha yüksek duyarlılık ve doğruluk sağlar. Özellikle supramandibular ve submandibular nodlar, yumuşak doku drenajı ve malignite yayılımının değerlendirilmesinde kritik rol oynar; USG, bu nodların tanısı ve tedavi planlamasında değerli bir tamamlayıcı yöntemdir (Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014; Ewansiha et al., 2021).

USG değerlendirmesinde 10 MHz veya daha yüksek frekanslı lineer transdüsörler tercih edilir. B-modu USG, nodların morfolojisi ve iç yapısını incelemede temel mod olup, transversal ve longitudinal düzlemlerden görüntü elde edilir. Lenf nodları genellikle düşük ekojeniteli ve oval veya yuvarlak olarak izlenir; hilus merkezde ekojenik bir alan şeklindedir. Doppler USG, vaskülariteyi değerlendirerek benign ve malign nodların ayırımına katkı sağlar; metastatik nodlarda periferik veya dağınık vaskülarite sık görülür (Castelijns & van den Brekel, 2002).

Servikal lenfadenitte lenf nodları genellikle büyür (aksiyel çap >10 mm) ve şekil olarak ovalden yuvarlağa dönüşebilir. Nonspesifik inflamatuvar nodlar genellikle keskin sınırlıdır ve hilus nadiren belirginleşir; buna karşın metastatik nodlar, keratinizasyon, tümör nekrozu veya kistik dejenerasyon nedeniyle daha yuvarlak, büyük ve heterojen bir görünüm sergiler. Lenf nodu boyutları çoğunlukla 5–30 mm aralığında değişir ve yuvarlak morfoloji malignite olasılığını artırır. Lenf nodlarının boyut, şekil ve iç yapısındaki değişikliklerin zaman içinde izlenmesi, maligniteye ilişkin önemli ipuçları sağlar; bu nedenle ultrasonografik kontrollerin bir aydan uzun aralıklarla yapılması önerilmektedir. Grup halinde izlenen nodlar ve heterojen iç yapı, malignite açısından dikkate değer göstergeler olmakla birlikte, nekroz veya kistik değişikliklerin yokluğu metastazı dışlamamaktadır (King et al., 2004).

4. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM GÖRÜNTÜLEMESİ

TME değerlendirmesinde MRG altın standart olmasına karşın, her merkezde ulaşılabilirliği sınırlıdır. Bu bağlamda USG, eklem ve disk deplasmanlarını değerlendirmede hızlı, non-invaziv ve etkili bir seçenek olarak öne çıkar. Yüksek çözünürlüklü USG, anterior disk deplasmanını tespit etmede başarılıdır ve redüksiyonsuz anterior disk deplasmanında yüksek doğruluk sunar; ancak lateral ve posterior disk deplasmanlarının saptanmasında yeterli değildir. Bu nedenle USG, TME incelemelerinde güvenilir bir ön tanı aracı olarak değerlendirilebilir (Erkorkmaz, 2010).

TME değerlendirmesinde yüksek frekanslı lineer prob (12 MHz üzeri) tercih edilir; çünkü küçük taban alanlarıyla yüzeysel eklemleri yüksek çözünürlükte görüntüleyebilirler. İntraoral veya “hockey stick” probu, çiğneme kasları ve eklem yapılarının incelenmesinde kullanılabilir. Tarama sırasında hasta dik veya yatar pozisyonunda tutulur ve prob ile cilt arasındaki hava kabarcıkları su bazlı jel ile giderilir. Transdüser, mandibula ramusuna ve Frankfurt yatay düzlemine paralel 60–100° açıyla yerleştirilir ve hem açık hem kapalı ağız pozisyonlarında dinamik görüntüleme yapılır. USG gerçek zamanlı bir yöntem olduğundan görüntüler tam transvers veya sagittal olmayabilir; 3D USG kullanımı bu sınırlamayı azaltabilir (Orhan, 2021). USG’de kondil ve glenoid fossa genellikle belirgin hiperekoik yapılar olarak izlenirken, çevresindeki bağ ve kas dokuları izoekoik tonlarda ve heterojen gri yapıyla karakterize edilir; eklem kapsülü net bir hiperekoik çizgi olarak ortaya çıkar ve eklem boşlukları hipoeikoik alanlar şeklinde değerlendirilir (Adeyemo & Akadiri, 2011).

USG, operatörün deneyimine bağlı bir yöntemdir ve sağlam kemik yüzeylerin arkasındaki yapıların görüntülenmesinde sınırlı kalabilir; görüntülemeye genellikle eklem kapsülü, disk ve kondilin laterosuperior korteksi ulaşabilir. Eklem aralığındaki daralma ve osteoartrit gibi durumlar, USG ışınının penetrasyonunu azaltabilir. Bu nedenle bazı klinisyenler, TME de-

ğerlendirmelerinde MRG'yi tercih etmektedir (Katzberg, 2012). Literatürde USG'nin duyarlılık, özgüllük ve doğruluk değerleri geniş bir yelpazede raporlanmıştır; redüksiyonlu ve redüksiyonsuz anterior disk deplasmanında yüksek duyarlılık ve özgüllük elde edilebilse de, sonuçlar çalışmalara göre farklılık göstermektedir (Melis, Secci, & Ceneviz, 2007).

Aynı zamanda terapötik olarak USG, kısa dalga diatermi, lazer ve transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu gibi yöntemler inflamasyonu azaltır, kas relaksasyonunu destekler ve bölgesel dolaşımı artırır. USG tedavisi, yüksek frekanslı ses dalgaları ile ödemi ve ağrıyı azaltmayı hedefler; ancak literatürde, USG'nin tek başına TME bozukluklarının tedavisinde yeterli olmadığı bildirilmektedir (Mago, Sheikh, Pallagatti, & Aggarwal, 2014).

5. PARANAZAL SİNÜS GÖRÜNTÜLENMESİ

Paranasal sinüsler, bebeklikten itibaren gelişim gösteren dört çift hava dolu boşluktur. Bu yapılar, ses rezonansı, havayı nemlendirme ve ısıtma, yüz gelişimi, beyni travmadan koruma ve kafatasını hafifletme gibi işlevlere katkıda bulunur (Keir, 2009). Çocukluk döneminde gelişimleri sürdüğü için, anatomik varyasyonlara ve çeşitli konjenital ya da kazanılmış patolojilere yatkındırlar (Stenner & Rudack, 2014; Vaid & Vaid, 2015). Sinüslerin normal gelişim paternini ve pnömatizasyon özelliklerini bilmek, hastalıkların doğru değerlendirilmesi ve cerrahi planlamada büyük önem taşır (O'Brien, Hamelin, & Weitzel, 2016).

Rinolojik hastalıkların tanısında USG ilk kez 1964'te uygulanmış, ancak BT'nin yaygınlaşmasıyla bu yöntem uzun süre geri planda kalmıştır (Dumitru, Tweedie, Anghel, Cergan, Sarafoleanu, & Costache, 2015). 2010 sonrasında yüksek frekanslı problemlerin gelişmesiyle USG, yeniden gündeme gelmiş ve özellikle travma olgularında hızlı, taşınabilir ve radyasyonsuz bir alternatif olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (Dumitru et al., 2015).

USG teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte, yüksek çözünürlüklü USG paranasal sinüs ve orta yüz patolojilerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir hale gelmiştir. Radyasyon içermemesi nedeniyle özellikle ilk değerlendirme aracı olarak önerilmektedir. Frontal ve maksiller sinüsler, yüzeysel konumları nedeniyle USG ile en kolay görüntülenebilen yapılardır. Sinüs boşluğu sıvı veya mukusla dolduğunda, ses dalgaları arka duvara ulaşarak sinüsün iç yapısını ortaya koyabilir. Normal bir görüntüde deri, deri altı dokular ve hiperekoid ön duvar ayırt edilir. Mukozal kalınlaşma veya sıvı artışı, USG dalgalarının yansıma yoğunluğunu artırır. Ancak, derin anatomik yapılar ve kemik bariyerleri nedeniyle posterior etmoid ve sfenoid sinüsler görüntülenemez (Alpöz, Koyuncu, & Tuğsel, 2016; Fufezan et al., 2010).

Bir kitle sinüsün ön duvarına temas ediyorsa, USG dalgaları arka duvara kadar iletilir ve karşı tarafla yapılan karşılaştırma, yaygın sinüzit olasılığını

dışlamada yardımcı olur. Maksiller sinüs tabanından kaynaklanan mukus retansiyon psödokistleri genellikle ön duvarla temas etmedikçe USG ile saptanamaz. Ancak ön duvarla ilişkili mukus retansiyon kistleri veya mukoseller, boşluk dolduran yuvarlak yapılar olarak izlenebilir. Hava dolu bölgelerin arkasındaki yapılar görüntülenemediğinden arka duvar patolojileri USG ile tespit edilemez (Demirturk Kocasarac, Tamimi, & Balaban, 2021).

Genel olarak iyi huylu tümörler, homojen eko yapısı, yuvarlak veya oval şekil ve belirgin sınırlı konturlarla karakterizedir. Tümörün görüntülenmesi baş pozisyonundan bağımsızdır. Baş farklı açılarda hareket ettirilmesine rağmen sinüs içeriğinin kalınlığında değişiklik gözlenmemesi, katı bir hipoekoik lezyonun varlığını düşündürür. Paranasal sinüsler ve burun boşluğundaki kitlelerde, çevredeki kemik ve hava dokuları kontrastı artırarak lezyon sınırlarının daha net belirlenmesini sağlar (Orhan, 2021).

Adenom veya miksetom gibi iyi huylu lezyonlar yalnızca belirli durumlarda USG ile seçilebilir ve inflamatuvar süreçlerden ayırt edilmeleri güçtür. Ön duvarla ilişkili, arka duvara kadar uzanabilen heterojen yansımalar bu tür kitleleri mukus retansiyon kisti veya efüzyondan ayırmada yardımcı olabilir. Çoklu eko yansımaları, sinüslerde katı bir lezyon varlığını destekleyen önemli bir USG bulgusudur (Demirturk Kocasarac, Tamimi, & Balaban, 2021).

6. TRAVMA VE MAKSİLLOFASİYAL KIRIKLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

Başlangıçta USG yalnızca yumuşak dokuların değerlendirilmesinde kullanılmaktayken, teknolojik gelişmeler sayesinde kemik yapıların incelenmesine de olanak tanımaktadır. İlk olarak 1980'li yıllarda maksillofasiyal kırıkların tespitinde uygulanmaya başlanmış ve zamanla bu alandaki etkinliği artmıştır. USG, non-invaziv, radyasyonsuz, hızlı ve ağrısız bir yöntem olması nedeniyle travma olgularında değerli bir tanısal araç olarak kabul edilmektedir. Yüksek frekanslı ses dalgalarıyla çalışan modern cihazlar, hem yumuşak dokuların hem de yüz kemiklerinin detaylı incelenmesine imkân sağlar (Ord, Le May, Duncan, & Moos, 1981).

USG, yüz iskeleti kırıklarının saptanmasında konvansiyonel radyografiye tamamlayıcı bir yöntemdir. Deneyimli uygulayıcılar tarafından gerçekleştirildiğinde, zigomatik, nazal ve maksiller bölgelerdeki kırıkları yüksek doğrulukla belirleyebilir. Zigomatik ark ve maksilla ön duvarı güvenle görüntülenebilirken orbital taban veya kondil gibi derin bölgelerde tanısal sınırlılıklar mevcuttur. Gerçek zamanlı görüntüleme yeteneği, intraoperatif kontrol ve kırık redüksiyonu sırasında da önemli katkı sağlar. USG'de hipoekojeniteyle çevrili hiperekoik diskontinüite olası kırığı, iki hiperekoik çizgi arasında izlenen kallus ise iyileşme sürecini gösterir. Bu bulgular, BT kesitleriyle korelasyon göstererek USG'nin kırık tanısındaki güvenilirliğini destekler.

USG, düşük maliyetli, taşınabilir, güvenli ve radyasyon içermeyen bir yöntem olarak maksillofasiyal travma olgularında tanı koyma ve tedavi planlamasında etkin bir araç olarak değerlendirilmektedir. Doğru prob seçimi ve deneyimli uygulayıcılar eşliğinde kullanıldığında, yüz kemik kırıklarının erken dönemde saptanmasında BT'ye değerli bir alternatif oluşturabilmektedir (Sreeram, Mandava, Ravindran, & Elengkumaran, 2016).

7. NEOPLAZM VE İNTRAOSSEÖZ LEZYONLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

Çene bölgesi, odontojenik ve odontojenik olmayan kistik, neoplastik ve intraosseöz lezyonların en sık görüldüğü anatomik alanlardan biridir. USG, BT ve MRG ile birlikte çenenin solid ve kistik lezyonlarının değerlendirilmesinde tamamlayıcı bir yöntem olarak önemli rol oynar. Kesin tanı aracı olmamakla birlikte, lezyonların iç yapısına ilişkin değerli bilgiler sunar (Puri, Ahuja, Dhillon, & Rathore, 2018).

Kemik bütünlüğü korunduğunda, USG'nin intraosseöz lezyonlardaki kullanımı sınırlıdır; ancak kortikal genişleme veya incelme durumunda ultrasonik dalgalar kemiği geçerek lezyonun görüntülenmesine olanak sağlar (Çaglayan & Bayrakdar, 2018; Dib, Curi, Chammas, Pinto, & Torloni, 1996; Ewansiha et al., 2021).

Kistik oluşumlar genellikle anekoik, homojen, düzgün sınırlı ve posterior akustik güçlenme gösteren sıvı dolu yapılar olarak izlenir. Enfeksiyon geliştiğinde, hipoeikoik alan içinde iç yankılar gözlemlenebilir. Odontojenik kistler genellikle anekoik görünüm sergilerken, keratin içeriği nedeniyle odontojenik keratokistler hipoeikoik bir desen oluşturur (Dib, Curi, Chammas, Pinto, & Torloni, 1996; Evirgen & Kamburoğlu, 2016). Dentigeröz kistler anekoik yapı ile birlikte diş kaynaklı hipereikoik alan ve buna bağlı akustik gölgelenme gösterir. Rezidüel kistler iyi sınırlı hipoeikoik lezyonlar olarak tanımlanır. Ameloblastomlar, anekoik ve hipereikoik iç yankıların birlikte izlendiği heterojen bir görünüm sunabilir. Kötü huylu tümörler ise düzensiz sınırlı, heterojen iç eko yapılarıyla ayırt edilir (Dib, Curi, Chammas, Pinto, & Torloni, 1996; Zope et al., 2018).

8. PERİODONTAL, PERİ-İMLANT VE PERİAPİKAL YAPILARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

Günümüzde intraoral USG, diş hekimliğinde özellikle dil karsinomu, mukozal lezyonlar, submandibular kanal taşları ve periapikal patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlüklü sistemler ve küçük boyutlu problemlerin geliştirilmesi, USG'nin kullanım alanını dişler, periodontal ve peri-implant dokuların incelenmesine dek genişletmiştir. Yapılan araştırmalar, USG'nin mandibular birinci molar bölgelerdeki furkasyon tutulumunu belirlemede ve yatay sınıflandırmada KIBT ile karşılaştırılabilir

doğruluk sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, intraoral USG, periodonsiyumun değerlendirilmesinde güvenli, non-invaziv, radyasyonsuz ve dinamik bilgi sağlayan etkili bir tanısal araç olarak öne çıkmakta, klinik uygulamalarda geleneksel yöntemleri tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir (Tanaka et al., 2023).

USG, iyonlaştırıcı radyasyon içermeyen, gerçek zamanlı ve non-invaziv bir görüntüleme yöntemi olarak periodontoloji ve implantoloji alanlarında giderek artan bir ilgi görmektedir. Gelişmiş prob başlıkları sayesinde diş ve periodonsiyum yapıları daha güvenilir ve ayrıntılı biçimde değerlendirilebilir. Bu yöntem, periodontal cep derinliği ölçümü, doku içi inflamasyon tespiti, diş eti kalınlığı ve kök yüzeyindeki birikintilerin belirlenmesinde güvenli ve tekrarlanabilir sonuçlar sunar. Mevcut radyografik yöntemler, iki boyutlu görüntüleme ile sadece interdental alveolar kemiği gösterirken, KIBT bukkal, lingual ve palatal kemikleri üst üste gelmeden inceleyebilir; ancak yumuşak dokuları değerlendirmede sınırlıdır ve tekrarlı taramalarda radyasyon yükü artar. USG, radyasyon riski olmadan canlı dokuları gözlemlemeye, ölçüm ve vaskülariteyi değerlendirmeye olanak tanır. Klinik öncesi ve güncel araştırmalar, USG ile elde edilen ölçümlerin mikro-Bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT) ile yüksek uyum gösterdiğini ve periodonsiyum dokularının değerlendirilmesinde yüksek doğruluk sağladığını ortaya koymuştur (Figueredo et al., 2024).

Periodontal dokularda, kemik yapıları USG dalgalarını daha fazla yansıttığı için ekojeniktir ve sert-yumuşak doku sınırları net bir şekilde ayırt edilebilir. Mine, sement, alveolar kemiğin üst kısmı, dişeti epiteli ve bağ dokusu gibi yapılar detaylı olarak gözlemlenebilir. Patolojik durumlarda ise inflamasyon, sulkus derinliği ve dokudaki sıvı birikimi USG ile kolayca tespit edilebilir. USG görüntüleri, cep derinliği, epitel-bağlantı ilişkileri ve doku içi değişiklikleri güvenilir ve tekrarlanabilir biçimde ortaya koyar (Renaud et al., 2024).

KIBT ile peri-implant kemik görüntülemesinde sıkça artefaktlar ortaya çıkar ve görüntü kalitesini düşürür. Işın sertleşmesi, düşük enerjili X ışınlarının implant tarafından emilmesiyle parlak çizgiler ve koyu alanlar oluşurken, foton açlığı dedektöre yetersiz foton ulaşmasıyla çizgi şeklinde eserler meydana getirir. Hacim ortalamalı artefaktlar ise implant ve çevresindeki kemiğin aynı vokselde yer almasıyla arayüzün doğru belirlenmesini engeller. Bu durum özellikle ince veya eksik krestal kemikte kemik boyutlarının yanlış ölçülmesine yol açar ve KIBT tabanlı ölçümlerde hatalara neden olabilir. Bu sınırlamalarda USG, güvenli ve etkin bir tamamlayıcı yöntem olarak öne çıkar. USG, peri-implant dokuların ve implant çevresindeki kemik ve yumuşak dokunun kalınlığını hassas biçimde ölçebilir; iyonlaştırıcı radyasyon içermediği için biyolojik risk oluşturmaz. Ayrıca, implant öncesi alt alveolar kanal ve maksiller sinüs tabanı ölçümlerinde de etkili şekilde kullanılabilir ve ölçümler radyografik verilerle anlamlı korelasyon gösterir (Siqueira et al., 2021).

Çene bölgesinde radiküler ve periapikal lezyonlar sık görülmekte olup USG bu lezyonların değerlendirilmesinde BT ve MRG yöntemlerine tamamlayıcı bir tanısal araç olarak kullanılabilir. USG, lezyonların iç yapısını, sınırlarını ve vaskülaritesini ortaya koyarak solid ve kistik oluşumların ayırt edilmesinde değerli bilgiler sunar. Kortikal plak bütünlüğünün bulunduğu olgularda radiküler kistler, akustik gölgelenme etkisi nedeniyle zaman zaman ultrasonografik olarak görüntülenemeyebilir; buna karşın periapikal ve radiküler lezyonlar genellikle homojen, anekoik, iyi sınırlı, hipoeoik oval veya yuvarlak yapılar olarak izlenmektedir (Evirgen & Kamburoğlu, 2016).

Periapikal lezyonların ekojenik özellikleri ile histopatolojik yapıları arasında güçlü bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Gundappa, Ng, & Whaites, 2006). Ayrıca USG, palatinal dişeti kalınlığının ölçümünde non-invaziv, hızlı ve ağrısız bir yöntem olarak önemli avantajlar sunmakta; geleneksel transgingival ölçümlerde anesteziye bağlı ödem kaynaklı hataları ortadan kaldırmaktadır. Konvansiyonel ve dijital radyografilerle karşılaştırıldığında, USG'nin periapikal lezyonların saptanmasında yüksek doğruluk ve duyarlılık gösterdiği rapor edilmiştir. İntraoral ve peri-implant USG, periodonsiyum ve çene bölgesindeki patolojik oluşumların güvenli, non-invaziv ve radyasyonsuz biçimde değerlendirilmesine imkân sağlayan, yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirliğe sahip etkili bir görüntüleme yöntemidir (Rajpoot, Nayak, Nayak, & Bankur, 2015).

9. ERKEN ÇÜRÜK LEZYONLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Diş çürükleri, bakterilerin karbonhidratları fermente etmesiyle oluşan asidik ürünlerin sert dokularda yarattığı lokal yıkımlardır (Fejerskov, Nyvad, & Kidd, 2015). Erken evrelerde kavite oluşmamış lezyonlar, yüzey altındaki mineral kaybı nedeniyle artmış gözeneklilik gösterir ve opak görünür; bu lezyonlar “beyaz nokta lezyonları (BNL)” olarak adlandırılır. BNL'lerin tedavisinde remineralizasyon ajanları, mikroabrazyon, rezin infiltrasyonu veya ileri evrelerde kompozit restorasyon kullanılabilir. Ancak invaziv yöntemler diş dokusunu kaybettirebileceğinden, lezyon derinliği ve morfolojisinin non-invaziv yöntemlerle belirlenmesi, en uygun ve dokuyu koruyucu tedavi planı için önemlidir (Heymann & Grauer, 2013; Kim, Kim, Jeong, & Kim, 2011).

Radyografik yöntemler, çürük lezyonlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, yalnızca aproksimal ve oklüzal yüzeylerdeki kaviteleri tespit edebilir; labial ve lingual yüzeylerdeki erken evre, kaviteasyonsuz lezyonlar radyografik olarak görünmez. Ayrıca, bu yöntemler iyonize radyasyon içerdiğinden, tekrarlı kullanımda biyolojik riskler oluşturabilmektedir. Bu sınırlılıklar, güvenli, non-invaziv ve yüksek çözünürlüklü alternatif görüntüleme tekniklerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Wenzel, 2014).

Yüksek frekanslı ultrason (YFUSG), dişin sert dokularını optik yöntemlere kıyasla kıyasla daha derin ve ayrıntılı biçimde görüntüleyebilme kapasitesi ile erken dönem çürüklerin tanısında umut verici bir araçtır. YFUSG ile elde edilen görüntülerde, beyaz nokta lezyonları içindeki demineralize bölgeler, çevresindeki sağlıklı mine dokusundan açıkça ayırt edilebilmekte ve mikro-BT ile ölçülen lezyon derinlikleriyle yüksek düzeyde bir uyum göstermektedir. Erken evre çürüklerde artan gözeneklilik, USG yansımalarında belirgin kontrast farkları oluşturarak, normal ve patolojik dokuların net bir şekilde ayrılmasını sağlar. YFUSG, geleneksel USG'ye kıyasla daha yüksek çözünürlük ve kontrast sunarak beyaz nokta lezyonlarının morfolojik sınırlarını güvenilir biçimde saptamaktadır. Bu özellikleriyle YFUSG, radyasyonsuz, tekrarlanabilir ve objektif bir tanısal yöntem olarak, çürük lezyonlarının derinlik ve yayılımının değerlendirilmesinde önemli bir potansiyel taşımaktadır (Kim, Shin, Kong, Hwang, & Hyun, 2019).

10. YABANCI CİSİM GÖRÜNTÜLENMESİ

USG, yabancı cisimlerin tespit edilmesi ve USG rehberliğinde çıkarılması sürecinde son derece etkili bir görüntüleme yöntemidir. Geleneksel radyografik inceleme sıklıkla ilk tercih olarak kullanılsa da radyoopak olmayan materyallerin tespitinde sınırlı kalabilmektedir. Bu bağlamda, USG özellikle ahşap, plastik veya yüzeysel yerleşimli (yaklaşık 3 cm derinliğe kadar) yabancı cisimlerin yüksek hassasiyetle saptanmasında ön plana çıkar (Javadrashid et al., 2015; Shokri, Jamalpour, Jafariyeh, Poorolajal, & Sabet, 2017). Yüksek frekanslı prob kullanımı (7–17 MHz), küçük cisimlerin morfolojik ve hacimsel özelliklerinin değerlendirilmesine ve üç boyutlu konumlarının belirlenmesine olanak tanırken, düşük frekanslı prob daha derin lezyonlarda artan penetrasyon sağlamakla birlikte çözünürlükte bir azalma meydana getirmektedir (Alam et al., 2023).

Yabancı cisimler genellikle hiperekojenik özellik taşır ve distal akustik gölgelenme ile belirginleşir; çevresindeki inflamatuvar doku ise hipoekoik halo formunda görüntülenebilir (Oeppen, Gibson, & Brennan, 2010). Maksillofasiyal bölgede bu cisimler, tahta, balık kılçığı, diş veya dental materyaller gibi çeşitli kaynaklardan köken alabilirler ve yumuşak doku, sinüs boşlukları veya kemik-kas arayüzüne yerleşebilir. USG'nin sağladığı görüntüleme hem cismin doğru lokalizasyonunu kolaylaştırmakta hem de USG rehberliğinde müdahalelerin etkin ve güvenli bir biçimde gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Javadrashid et al., 2015; Shokri, Jamalpour, Jafariyeh, Poorolajal, & Sabet, 2017).

Operatör deneyimi, saptamadaki doğruluk üzerinde önemli bir etkiye sahip olmakla birlikte, USG, iyonizan radyasyon riski olmadan tekrarlanabilir, güvenli ve pratik bir yöntem sunar. Bu sayede diş tedavileri sırasında veya travma sonucunda yumuşak dokulara kaçan küçük cisimler (rubber dam

klempi, gutta perka, kök parçası, ortodontik aparey veya dolgu materyalleri) doğru bir şekilde lokalize edilebilir. Sonuç olarak, USG, yabancı cisimlerin tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlayan, non-invaziv ve klinik uygulamalarda güvenilir bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkar (Çağlayan & Yozgat İlbaş, 2022).

SONUÇ

Diş hekimliğinde USG gerçek zamanlı görüntüleme, tekrarlanabilir muayene olanağı, taşınabilirlik, düşük maliyet, yüksek hasta konforu, iyonlaştırıcı radyasyon içermemesi ve düşük karbon ayak izi gibi avantajlarıyla diğer görüntüleme yöntemlerine üstünlük sağlar. Kontrendikasyonlarının azlığı, bu avantajların olası sınırlamaları aşmasını sağlayarak USG'yi diş hekimliğinde umut verici bir tanısal araç hâline getirir. Bununla birlikte, yöntemin etkinliğini artırmak ve maksillofasiyal bölgedeki farklı doku ve anatomik yapıların değerlendirilmesine uygun özel ekipmanların geliştirilmesi amacıyla daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Teknolojideki hızlı ilerlemelerle radyoloji alanında sürekli yenilikler ortaya çıkmakta ve BT, MRG ile birlikte USG gibi ileri görüntüleme teknikleri giderek daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak USG, dental radyoloji pratiğinde henüz yeterli ilgiyi görmemektedir; bunun, yöntemin yalnızca yumuşak dokuların incelenmesine yönelik bir araç olduğu yönündeki yaygın algı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Díaz et al., 2024; Çağlayan, İlbaş, & Aksakal, 2021).

USG, yalnızca yumuşak doku patolojilerinin değil, bazı sert doku bozukluklarının değerlendirilmesinde de güvenli, tekrarlanabilir ve non-invaziv bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Elastografi, mikrovasküler görüntüleme ve kontrastlı USG gibi ileri görüntüleme teknikleri, tanısal kapasitesini önemli ölçüde artırmaktadır. KIBT'ın sınırlı yumuşak doku çözünürlüğünü tamamlayarak doğruluğu yükseltebilen USG, uygun vakalarda KIBT ile birlikte kullanıldığında hem tanı hem de tedavi planlamasında kapsamlı avantajlar sağlayabilir. Bu nedenle, dental radyologların USG teknolojilerindeki gelişmeleri yakından izlemeleri ve klinik uygulamalarda etkin şekilde değerlendirmeleri önem taşımaktadır (Çağlayan, İlbaş, & Aksakal, 2021).

KAYNAKÇA

- Adeyemo, W. L., & Akadiri, O. A. (2011). A systematic review of the diagnostic role of ultrasonography in maxillofacial fractures. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 40(7), 655-661.
- Alam, M., Tajbakhsh, A., Badkoobeh, A., Jahri, M., Golkar, M., Taheri, A., & Baseri, M. (2023). Facilitating the removal of a foreign body in the tongue by intraoperative ultrasound guidance: A case report. *Journal of medicine and life*, 16(7), 1153–1156. <https://doi.org/10.25122/jml-2023-0138>
- ALPÖZ, E., KOYUNCU, B. Ö., & TUĞSEL, Z. (2016). Paranasal Sinüsler ve Orta Yüz Bölgesinin Ultrasonografik Anatomisi. *Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics*, 2(3), 85-91.
- 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 : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 26(3), 745–763. <https://doi.org/10.1148/rg.263055024>
- Caglayan, F., & Bayrakdar, I. S. (2018). The intraoral ultrasonography in dentistry. *Nigerian journal of clinical practice*, 21(2), 125-133.
- Caglayan, F., İlbaş, F. N. Y., & Aksakal, B. S. (2021). The use of ultrasonography in oral radiology: An ultrasound archive study. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*, 9(1), 20. https://doi.org/10.4103/jomr.jomr_6_21
- Çağlayan, F., & İlbaş, F. N. Y. (2022). Sonographic features of various dental materials and foreign bodies. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 51(2), 20210182. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20210182>
- Castelijns, J. A., & van den Brekel, M. W. (2002). Imaging of lymphadenopathy in the neck. *European radiology*, 12(4), 727-738.
- David, C. M., & Tiwari, R. (2015). Ultrasound in maxillofacial imaging: A review. *Journal of Medicine, Radiology, Pathology and Surgery*, 1(4), 17-23.
- Demirturk Kocasarac, H., Tamimi, D., & Balaban, M. (2021). Sonographic Anatomy and Pathology: Facial Soft Tissues Including Muscles. In *Ultrasonography in Dentomaxillofacial Diagnostics* (pp. 147-168). Cham: Springer International Publishing.
- Díaz, L., Contador, R., Albrecht, H., Ibáñez, M., Urrutia, P., Bencze, B., Toro, M., Sáenz-Ravello, G., & Végh, D. (2024). Clinical Applications of Ultrasound Imaging in Dentistry: A comprehensive literature review. *Dentistry Review*.
- Dib, L. L., Curi, M. M., Chammas, M. C., Pinto, D. S., & Torloni, H. (1996). Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 82(3), 351-357.
- Di Stasio, D., Montella, M., Romano, A., Colella, G., Serpico, R., & Lucchese, A. (2022). High-Definition Ultrasound Characterization of Squamous Carcinoma of the

- Tongue: A Descriptive Observational Study. *Cancers*, 14(3), 564. <https://doi.org/10.3390/cancers14030564>
- Dumitru, M., Tweedie, D., Anghel, I., Cergan, R., Sarafoleanu, C., & Costache, A. (2015). Correlations between morphology and ultrasound exam in cases with nasal and paranasal sinuses pathology. *Romanian Journal of Rhinology*, 5(19), 167-172. <https://doi.org/10.1515/rjr-2015-0019>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04340-6>
- Erkorkmaz, Ü. (2010). Ultrasonographic Evaluation of Disc Displacement of the Temporomandibular Joint Compared With Magnetic Resonance Imaging
- Evirgen, Ş., & Kamburoğlu, K. (2016). Review on the applications of ultrasonography in dentomaxillofacial region. *World journal of radiology*, 8(1), 50–58. <https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i1.50>
- Ewansiha, G., Ismail, A., Saleh, M. K., Ladeji, A., Bamgbose, B. O., Asaumi, J. I., & Yahya, A. (2021). Diagnostic value of ultrasonography in maxillofacial practice: A narrative review. *Nigerian Journal of Basic and Clinical Sciences*, 18(2), 55-61.
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (Eds.). (2015). *Dental caries: the disease and its clinical management*. John Wiley & Sons.
- Figueredo, C. A., Catunda, R. Q., Gibson, M. P., Major, P. W., & Almeida, F. T. (2024). Use of ultrasound imaging for assessment of the periodontium: A systematic review. *Journal of periodontal research*, 59(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/jre.13194>
- Fufezan, O., Asăvoaie, C., Panta, P. C., Mihuț, G., Bursășiu, E., Anca, I., ... & Valean, C. (2010). The role of ultrasonography in the evaluation of maxillary sinusitis in pediatrics. *Medical ultrasonography*, 12(1), 4-11.
- Gundappa, M., Ng, S. Y., & Whaites, E. J. (2006). Comparison of ultrasound, digital and conventional radiography in differentiating periapical lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(5), 326-333.
- Heymann, G. C., & Grauer, D. (2013). A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(2), 85-95.
- Javadrashid, R., Fouladi, D. F., Golamian, M., Hajalioghli, P., Daghighi, M. H., Shahmorady, Z., & Niknejad, M. T. (2015). Visibility of different foreign bodies in the maxillofacial region using plain radiography, CT, MRI and ultrasonography: an in vitro study. *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(4), 20140229.
- Katzberg, R. W. (2012). Is ultrasonography of the temporomandibular joint ready for prime time? Is there a “window” of opportunity?. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 70(6), 1310-1314.
- Keir, J. (2009). Why do we have paranasal sinuses?. *The Journal of Laryngology & Otology*, 123(1), 4-8.

- Kim, J., Shin, T. J., Kong, H. J., Hwang, J. Y., & Hyun, H. K. (2019). High-Frequency Ultrasound Imaging for Examination of Early Dental Caries. *Journal of dental research*, 98(3), 363–367. <https://doi.org/10.1177/0022034518811642>
- Kim, S., KIM, E. Y., JEONG, T. S., & KIM, J. W. (2011). The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *International journal of paediatric dentistry*, 21(4), 241-248.
- King, A. D., Tse, G. M., Ahuja, A. T., Yuen, E. H., Vlantis, A. C., To, E. W., & Van Hasselt, A. C. (2004). Necrosis in metastatic neck nodes: diagnostic accuracy of CT, MR imaging, and US. *Radiology*, 230(3), 720-726.
- Mago, Jyoti; Sheikh, Soheyl1; Pallagatti, Shambulingappa1; Aggarwal, Amit1. Therapeutic applications of ultrasonography in dentistry. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology* 26(4):p 414-418, Oct–Dec 2014. | DOI: 10.4103/0972-1363.155689
- Melis, M., Secci, S., & Ceneviz, C. (2007). Use of ultrasonography for the diagnosis of temporomandibular joint disorders: a review. *Am J Dent*, 20(2), 73-78.
- Oeppen, R. S., Gibson, D., & Brennan, P. A. (2010). An update on the use of ultrasound imaging in oral and maxillofacial surgery. *British journal of oral and maxillofacial surgery*, 48(6), 412-418.
- O'Brien Sr, W. T., Hamelin, S., & Weitzel, E. K. (2016). The preoperative sinus CT: avoiding a “CLOSE” call with surgical complications. *Radiology*, 281(1), 10-21.
- Ord, R. A., Le May, M., Duncan, J. G., & Moos, K. F. (1981). Computerized Tomography and B-Scan Ultrasonography in the Diagnosis of Fractures of the Medical Orbital Wall. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 67(3), 281-288.
- Orhan, K. (Ed.). (2021). *Ultrasonography in dentomaxillofacial diagnostics*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62179-7>.
- Puri, N., Ahuja, U. S., Dhillon, M., & Rathore, A. (2018). Ultrasonography as a diagnostic aid in evaluating cystic lesions, benign tumors and malignancies of maxillofacial region: A clinical study. *The Open Dentistry Journal*, 12(1).
- Rajpoot, N., Nayak, A., Nayak, R., & Bankur, P. K. (2015). Evaluation of variation in the palatal gingival biotypes using an ultrasound device. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(3), ZC56.
- Reda, R., Zanza, A., Cicconetti, A., Bhandi, S., Miccoli, G., Gambarini, G., & Di Nardo, D. (2021). Ultrasound Imaging in Dentistry: A Literature Overview. *Journal of imaging*, 7(11), 238. <https://doi.org/10.3390/jimaging7110238>
- Renaud, M., Gette, M., Delpierre, A., Calle, S., Levassort, F., Denis, F., & Rochefort, G. Y. (2024). Intraoral ultrasonography for the exploration of periodontal tissues: A technological leap for oral diagnosis. *Diagnostics*, 14(13), 1335. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14131335>
- Shokri, A., Jamalpour, M., Jafariyeh, B., Poorolajal, J., & Sabet, N. K. (2017). Comparison of ultrasonography, magnetic resonance imaging and cone beam computed tomography for detection of foreign bodies in maxillofacial region. *Journal of*

clinical and diagnostic research: JCDR, 11(4), TC15.

- Siqueira, R., Sinjab, K., Pan, Y. C., Soki, F., Chan, H. L., & Kripfgans, O. (2021). Comprehensive peri-implant tissue evaluation with ultrasonography and cone-beam computed tomography: A pilot study. *Clinical oral implants research, 32(7)*, 777–785. <https://doi.org/10.1111/clr.13758>
- Sreeram, M. P., Mandava, R., Ravindran, C., & Elengkumaran, S. (2016). Use of ultrasound as a screening tool in the maxillofacial fractures. *MedPulse – International Medical Journal, 3(6)*, 573–577.
- Stenner, M., & Rudack, C. (2014). Diseases of the nose and paranasal sinuses in child. *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery, 13*, Doc10.
- Tanaka, R., Lau, K., Yeung, A. W., Leung, W. K., Hayashi, T., Bornstein, M. M., Tonetti, M. S., & Pelekos, G. (2023). Diagnostic application of intraoral ultrasonography to assess furcation involvement in mandibular first molars. *Dento maxillo facial radiology, 52(6)*, 20230027. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20230027>
- Vaid, S., & Vaid, N. (2015). Normal anatomy and anatomic variants of the paranasal sinuses on computed tomography. *Neuroimaging Clinics, 25(4)*, 527-548.
- Wenzel, A. (2014). Radiographic display of carious lesions and cavitation in approximal surfaces: advantages and drawbacks of conventional and advanced modalities. *Acta Odontologica Scandinavica, 72(4)*, 251-264.
- Zope, S. R., Talathi, A. A., Kamble, A., Thakur, S., Taide, P. D., Kumar, V., & Singh, H. P. (2018). Efficiency of ultrasonography in swellings of orofacial region. *Nigerian Journal of Surgery, 24(2)*, 82-89.



**CAMERİERE METODOLOJİSİ İLE YAŞ
TESPİTİ: DENTOMAKSİLLOFASİYAL
RADYOLOJİ KAPSAMINDA TÜRK
POPÜLASYONUNA YÖNELİK UYGULAMALAR
VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ**

“ ”

Emine Nur KAHRAMAN¹

¹ İstinye Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim
Dalı, eminenur.kahraman@istinye.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9942-8303>

1. Tarihsel Gelişim

Dişlerin kimlik belirlemede ve yaş tespitinde kullanımı insanlık tarihi kadar eskidir. Antik Roma döneminde ikinci molar dişleri sürmüş erkeklerin askerlik için uygun kabul edilmesi, dişlerin olgunluk göstergesi olarak kullanıldığına dair ilk kayıtlardandır (Müller, 1990). Adli diş hekimliğine ilişkin bilinen en eski olgu ise MS 49'da Dion Cassius'un *Roma Tarihi* adlı eserinde yer alan "Agrippina ve Lolita Paulina" vakasıdır; burada Lolita'nın kimliği diş morfolojisinin özgünlüğüyle saptanmıştır (Luntz, 1977). Daha sonraki yüzyıllarda, 1775'te Dr. Paul Revere'in bir koloni liderini, yaptığı gümüş restorasyonları tanıyarak teşhis etmesi, modern adli diş hekimliğinin simgesel başlangıcı kabul edilir (Luntz, 1977). 19. yüzyılda doğum kayıtlarının düzensizliği nedeniyle diş sürme düzeni yaş tayininde temel gösterge olmuştur. Saunders'ın 1837'de yayınladığı tablo, diş erupsiyonunu temel alan ilk sistematik girişimdir (Saunders, 1847). X ışınlarının keşfiyle birlikte Von Ranke, 1896'da el radyografilerinden yaş tahmini yapılabileceğini öne sürerek yeni bir dönemi başlatmıştır (Fendel, 1976). 20. yüzyıl boyunca Cattell, Gleiser ve Hunt, Demish ve Wartmann, Engström ve çalışma arkadaşlarının araştırmaları, dişlerin kalsifikasyon evreleri ile iskelet gelişimi arasındaki güçlü ilişkiyi ortaya koymuştur. Türkiye'de 1992 yılından itibaren Adli Tıp Kurumu bünyesinde diş hekimlerinin dava dosyalarına dahil edilmesiyle bu alandaki uygulamalar kurumsallaşmış ve adli yaş tayini olgularında belirgin bir artış yaşanmıştır (Afşin, Karadayı, & Büyük, 2014; Ritz-Timme et al., 2000)

2. Kronolojik Yaş Terimi, Yaş Tespiti ve Türkiye' de Yaş Tespitinin Adli Açıdan Önemi

Kronolojik yaş, bireyin doğumundan itibaren geçen takvim süresini ifade eder ve biyolojik yaşla her zaman örtüşmez; çünkü büyüme ve gelişme ırk, cinsiyet ve sosyoekonomik koşullara bağlı olarak değişkenlik gösterir (Cavallo, Mohn, Chiarelli, & Giannini, 2021). Biyolojik yaş, vücut sistemlerinin fizyolojik işlevlerine dayanan olgunluk düzeyini tanımlar ve bu kapsamda diş yaşı, kemik yaşı, yüz yaşı gibi alt kavramlar geliştirilmiştir. Türkiye'de özellikle kırsal bölgelerde doğum kayıtlarının yetersizliği nedeniyle biyolojik yaşın doğru hesaplanması adli açıdan önem taşır (AB, 2009; Kimliklendirme, 2000). Dişler, çevresel etkenlere karşı dayanıklılığı ve genetik faktörlerden sınırlı etkilenmeleri nedeniyle yaş tayininde güvenilir yapılardır. Kadınlarda genel büyüme hızı erkeklerden fazla olsa da diş gelişiminde cinsiyet farkı minimaldir (Kringholm, Jakobsen, Sejrsen, & Gregersen, 2001). Bu nedenle dişlerin kalsifikasyon ve erupsiyon aşamaları, kemiklerin epifiz ve metafiz birleşmeleriyle birlikte 22 yaşına kadar yaş tahmininde güvenilir parametrelerdir (AB, 2009; Demirkıran, Çelikel, Zeren, & Arslan, 2014)

Yaş tespiti tanı ve tedavi amacıyla tıbbi; karar verme sürecinde hukuki açıdan önemli bir yere sahiptir. Yargıya iletilen bir olayda kişilerin nüfusa

kayıtlı yaşları sebebiyle yanlış yargılanmaları, doğru olmayan askerlik zamanlaması, eğitim dönemine uyumsuzluk, spor lisansı, memuriyet, evlenme, emeklilik gibi çeşitli toplumsal konularda sorunlarla karşılaştıkları bilinmektedir (ISIR & DÜLGER, 2007). Diş kaynaklı kimliklendirme, 1970'lerden 1990'ların ortalarına kadar DNA analizinin yaygınlaşmasından önce felaket kurbanı tanımlamalarında en sık başvurulanan yöntem olmuştur (Miller, 2024). Günümüzde de özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, sınırlı altyapı ve kaynaklar nedeniyle yalnızca DNA temelli yöntemlere güvenmek pratik ya da zaman açısından mümkün olmadığından, diş dokusu halen geçerli ve güvenilir bir kimliklendirme aracıdır (Guzman & De Ungria, 2025).

Türkiye özelinde, yaş tespitinin adli önemi yalnızca kimliklendirme ile sınırlı değildir. 2015 yılından bu yana, yaklaşık 4 milyonu aşkın mülteciye, bunun içinde 1,7 milyonu çocuk olmak üzere, ev sahipliği yapılmaktadır (Unicef, 2025) Bu çocukların önemli bir kısmının doğum kayıtları bulunmadığından, yaş belirleme hem hukuki hem de insani açıdan zorunluluk haline gelmiştir. Türk ve uluslararası hukuk, reşit olmayan bireylerin sınır dışı edilemeyeceğini ve korunma, eğitim, sağlık gibi temel haklardan yararlanma güvencelerine sahip olduklarını açıkça belirtmektedir (Tibet, 2017). Doğal afetler de yaş tespitinin adli önemini artıran bir diğer faktördür. Türkiye'de yılda 35.000'den fazla deprem meydana gelmektedir (Center). 2023 yılında yaşanan çifte deprem felaketi, 50.000'den fazla can kaybına yol açarak (Scendoni, Cingolani, Tambone, & De Micco, 2023) mağdur kimliklendirmesinde etkili yöntemlerin önemini acı bir biçimde gözler önüne sermiştir. Bu tür olağanüstü koşullarda parmak izi gibi klasik kimliklendirme yöntemleri çoğu zaman uygulanamaz hale gelir. Diş dokusu ise dayanıklılığı, uzun süre korunabilirliği ve düşük maliyeti sayesinde kimliklendirmede öne çıkan en güvenilir biyolojik materyal olma özelliğini korur (Manjunath, Chandrashekar, Mahesh, & Vatchala Rani, 2011).

Türkiye'de yürürlükteki hukuk sistemi, yaş tespitini doğrudan etkileyen birden fazla yasal eşik tanımlar. Türk Ceza Kanunu'na göre 12 yaşın altındaki çocuklar cezai sorumluluktan muaftır; 12-15 yaş aralığındaki bireyler olgunluk düzeyine göre kısmen sorumlu tutulabilir; 15-17 yaş arasındakiler ise cezai ehliyete sahip olmakla birlikte indirimli cezaya tabidir. Ayrıca 15 yaş, cinsel rıza sınırı açısından da kritik bir dönüm noktası olarak kabul edilir. Bu nedenle, farik ve mümeyyiz olma, ceza sorumluluğu, hukuki ehliyet veya çocukların maruz kaldığı fiillere karşı dayanıklılık gibi durumlarda, adli tıp uzmanlarının yaş tespitine ilişkin görüşü belirleyici rol oynar (ISIR & DÜLGER, 2007). Türkiye'de özellikle kırsal bölgelerde geç kayıtlar, kayıp çocukların kimlik bilgilerinin yeni doğanlara aktarılması veya önceki çocuklara ait kayıtların devam ettirilmesi gibi nedenlerle, bireylerin resmi yaşları ile gerçek yaşları arasında tutarsızlıklar görülebilmektedir. Bu durumlarda, adli makamlar sıklıkla tıbbi ve radyolojik yöntemlerle yaş tayini yapılmasını

talep etmektedir. Böylece hem bireysel hakların korunması hem de hukuki süreçlerin doğru işlemesi amaçlanmaktadır (Kimliklendirme, 2000).

3. Dişlerin Morfolojik Değişimleri ile Elde Edilen Yaş Tespiti Yöntemleri

Yaş tespiti için dişlerin morfolojik değişimlerini kullanan teknikler, büyüme ve gelişimi takvimsel yaş ile ilişkilendirmede en güvenilir ve doğru yol olarak tanımlanmıştır (Taylor & Blenkin, 2010). Bu amaçla birçok evreleme sistemi geliştirilmiştir. Yaş belirleme sürecinde en kritik olan nokta, her vakanın özel koşullarını göz önünde bulundurarak, kullanılacak en uygun tekniği seçmektir (Ritz-Timme et al., 2000; Soomer, Ranta, Lincoln, Penttila, & Leibur, 2003; Willems, 2001).

Dental yaş tahmininin, yeni doğanlardan 22–25 yaşına kadar olan bireylerde, yani diş gelişimi sürecinde, daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Bu nedenle çocuklar ve adölesanlara yönelik çalışmalar, yetişkin yaş tahminine odaklananlardan daha fazladır. Bazı yöntemler, yaştan belirlenmesi için diş sürmesi gibi belirli gelişim basamaklarını değerlendirir (Vila-Blanco, Varas-Quintana, Tomás, & Carreira, 2023); ancak bu yöntemler, kısa süreli değişimlere dayandıkları için sınırlı bilgi sunar. Zaman içinde diş gelişimini daha geniş bir süreçte değerlendirmeye çalışan yöntemler de geliştirilmiştir. Dental atlaslar, dişlerin sürme ve gelişim aşamalarını grafiksel olarak göstererek, bireyin diş durumunun radyolojik ya da osteolojik yöntemlerle atlas verileriyle karşılaştırılması yoluyla kronolojik yaştan tahmin edilmesini sağlar (AlQahtani, Hector, & Liversidge, 2010; Blenkin & Taylor, 2012; Massler, 1941; Ubelaker & Grant, 1989). Daha sonra araştırmacılar, her dişin gelişimini evrelere ayıran ve bu evrelere puanlar atayarak sayısal yaş tahmini yapılmasına olanak tanıyan dental gelişim skorlama sistemlerini ortaya koymuştur. Evre sayısı yönetime göre değişir: Gleiser ve Hunt onbeş evre (Gleiser & Hunt, 1955), Nolla onbir evre (Nolla, 1960), Demirjian sekiz alfabetik evre (Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973), Liliequist ve Lundberg (Liliequist & Lundberg, 1971) ise yedi evre tanımlamıştır. Bazı araştırmacılar Demirjian ve Gleiser-Hunt sistemlerini kendi popülasyonlarına uyarlamış, bazıları ise farklı sistemleri birleştirerek tahmin doğruluğunu artırmayı amaçlamıştır (Vila-Blanco et al., 2023).

Diş sürmesi ve gelişim evresi temelli klasik yaklaşımlar, gözlemci değişkenliği, evreler arasındaki sınırların belirsizliği ve popülasyonlar arası geçergililik farklılıkları gibi sınırlamalara sahiptir. Cameriere metodolojisi ise bu sorunları azaltmayı hedefleyerek, diş kök ucu açıklıkları gibi ölçülebilir morfolojik verileri istatistiksel modellere dahil eden bir yöntem olarak geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın kuramsal temelleri, kronolojik geçerliliği ve uygulama sonuçlarını izleyen bölümde detaylı şekilde inceleyeceğiz.

3.1. Cameriere' nin Açık Apeks Metodu (CAAM)

Cameriere açık apeks metodolojisi (CAAM), büyüme çağındaki bireylerin dental radyografilerinde henüz kök gelişimini tamamlamamış dişlerin kök ucu açıklıklarının ölçülmesine dayanır. Yöntemin bilimsel temeli, diş kökleri olgunlaştıkça apikal açıklıkların giderek daralması ve sonunda kapanması ilkesidir. Başka bir ifadeyle, genç bireylerde apikal açıklıklar daha geniş ve sayıca fazlayken, yaş ilerledikçe bu açıklıklar küçülür ve sayıları azalır (R. Cameriere, Ferrante, & Cingolani, 2006) Bu hipotez, 5–15 yaş aralığındaki 455 İtalyan çocuk (213 erkek, 242 kız) üzerinde yürütülen bir araştırmayla test edilmiştir. Panoramik radyografilerde sol alt çenede yer alan yedi kalıcı diş (üçüncü molar hariç) incelenmiş; tek köklü dişlerde açık apeksin iç kenarları arasındaki mesafe (A_i), iki köklü dişlerde ise her iki kök ucunun açıklıkları toplamı ölçülmüştür. Radyografilerde büyütme ve açısal farkların sonuçları etkilemesini önlemek için bu değerler, aynı dişin kurondan apeksine kadar olan toplam uzunluğuna (L_i) bölünerek normalize edilmiştir ($x_i = A_i / L_i$) Bir birey için bu yedi diştten elde edilen oranların toplamı “s” (açık apekslerin toplamı) olarak, kök gelişimi tamamlanmış diş sayısı ise “ N_0 ” olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, cinsiyet değişkeni (g: erkek=1, kız=0) modele dahil edilmiştir. Cameriere'nin orijinal analizinde, yaş ile bu morfolojik ölçütler arasında belirgin doğrusal ilişkiler gözlenmiştir. Açık apekslerin toplamı yaşla negatif, kökleri tamamen kapanmış diş sayısı ise yaşla pozitif korelasyon göstermiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda, s, N_0 , g ve bunların etkileşim terimlerini içeren bir model geliştirilmiş ve bu model, İtalyan örnekleminde yaşı güvenilir biçimde tahmin edilebildiğini ortaya koymuştur (R. Cameriere, Ferrante, et al., 2006).

İtalya'daki bu başarılı pilot çalışmanın ardından Cameriere ekibi, yöntemi daha geniş bir popülasyonda doğrulamak ve evrensel bir formüle ulaşmak amacıyla 2007 yılında kapsamlı bir araştırma yürütmüştür (R. Cameriere, De Angelis, Ferrante, Scarpino, & Cingolani, 2007). Avrupa'nın farklı ülkelerinden (İtalya, Hırvatistan, Slovenya, İspanya, Almanya, Kosova, Birleşik Krallık) toplanan 2.652 çocuğa ait veriler analiz edilerek ortak bir regresyon modeli geliştirilmiştir. Bu model, Avrupa örnekleminde yaş varyasyonunun büyük bölümünü açıklamış ve yüksek doğruluk oranlarıyla yöntemin güvenilirliğini pekiştirmiştir (Hostiuc, Diaconescu, Rusu, & Negoii, 2021). Böylece CAAM Avrupa formülü, farklı ülkelerden çocuklarda genel olarak güvenilir biçimde uygulanabilecek bir referans standardı olarak kabul edilmiştir. Hindistan, Malezya, Güney Afrika, Brezilya, Libya ve Suudi Arabistan'da gerçekleştirilen çok sayıda araştırma, bu metodolojiye dayanarak geliştirilen popülasyona özgü formüllerin yaş tahmininde belirgin bir doğruluk artışı sağladığını ortaya koymuştur. Bu çalışmalarda, modellerin açıklayıcılık katsayısının (R^2) %85 ile %90 arasında değiştiği ve yöntemin güvenilirliğini önemli ölçüde güçlendirdiği bildirilmiştir (AlShahrani et al., 2019; Azevedo

et al., 2015; Balla, Lingam, Kotra, & Cameriere, 2019; Cugati, Kumaresan, Srinivasan, & Karthikeyan, 2015; El-Bakary, Hammad, & Mohammed, 2010; Gannepalli et al., 2019; Gupta et al., 2023; Ishwarkumar, Pillay, Chetty, & Satyapal, 2022; Mazzilli, Melani, Lascala, Palacio, & Cameriere, 2018; Najem, Ali, Ahmadi, & Ali, 2024; Prabhu, Chatra, Shenoy, & Sharran, 2023; Pratyusha et al., 2017; Rai, Kaur, Cingolani, Ferrante, & Cameriere, 2010; Santana, Bethard, & Moore, 2017). Bu çalışmalar, aynı zamanda yeni araştırma alanlarının da tanımlanmasına katkı sağlamıştır. Örneğin, Angelakopoulos ve arkadaşları, Güney Afrikalı çocuklarda Cameriere yaklaşımına dayanan ve Bayesyen yöntemleri kullanan yeni bir formül geliştirmiştir (Angelakopoulos et al., 2019). Ayrıca, çok sayıda araştırmacı bu yöntemin, Demirjian, Nolla, Haavikko veya Willems gibi diğer yöntemlere kıyasla yaş tahmininde daha yüksek doğruluk sağladığını ortaya koymuştur (Cugati et al., 2015; Javadinejad, Sekhavati, & Ghafari, 2015). Bununla birlikte, bu yöntemle tahmin edilen dental yaş ile kronolojik yaş arasındaki ortalama farkın, farklı çalışmalarda değişkenlik gösterdiği; hatta benzer popülasyonlarda yürütülen araştırmalarda bile farklı sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir (Cugati et al., 2015; Javadinejad et al., 2015). Ayrıca, farklı yaş aralıklarında ortalama farkı değerlendiren bazı çalışmalar, yöntemin doğruluğunun bireylerin yaşına bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir (Stefano De Luca et al., 2012; Ozveren, Serindere, Meric, & Cameriere, 2019; Rivera et al., 2017). Ancak, yaş grubu başına düşen örnek sayısının azlığı nedeniyle bu sonuçların istatistiksel anlamlılığı her zaman ortaya konulamamıştır. 2023 yılında yapılan kapsamlı bir sistematik derlemede, CAAM uygulanan 14 popülasyondan 13'ünde yaşın sistematik olarak olduğundan düşük tahmin edildiği bildirilmiştir (Vila-Blanco et al., 2023). Ortalama hata değerleri -1,36 yıla kadar ulaşırken, mutlak hata (MAE) çoğu çalışmada 0,57-1,60 yıl arasında değişmiş ve açıklayıcılık katsayıları (R^2) genellikle %80'in üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlar, yöntemin yüksek korelasyon gücüne rağmen hafif bir negatif sapma eğilimi taşıdığını göstermektedir (Vila-Blanco et al., 2023).

Türkiye'de yürütülen çalışmalar da benzer biçimde CAAM' un yüksek doğrulukla uygulanabileceğini ortaya koymuştur. 2015 yılından itibaren yapılan araştırmalar, bu yöntemin Türk çocuklarında ortalama $\pm 0,4-0,7$ yıl hata payı ile yaş tahmini sağlayabildiğini ve açıklayıcılık katsayılarının (R^2) çoğunlukla %85'in üzerinde olduğunu göstermiştir (B. Apaydin & F. Yasar, 2018; Çarıkçıoğlu & Değirmenci, 2021; Darıcı et al., 2024; Emeksiz, Yılmaz, Tüzüner, & Baygin, 2022; Görman, 2023; Gulsahi et al., 2015; Gümüşboğa, Duruk, Özdemir, Aydan, & Kırgın, 2024; Hato, Coşgun, & Altan, 2022; Kahraman, 2022; Kış, Görürgöz, Başol, Canger, & Öztaş, 2020; Nahir, Akkoç, & Ergün, 2025; Ozveren et al., 2019; Özdemir Tosyalıoğlu, Özgür, Çehrelî, Arrais Ribeiro, & Cameriere, 2023; Saraç et al., 2024; Şahin & Güleç, 2025). Genel olarak değerlendirildiğinde, CAAM Türk popülasyonunda yüksek ko-

relasyon ve tutarlılık göstermekte, yaş tahmininde güvenilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, mevcut çalışmaların çoğunun tek merkezli ve bölgesel örneklemlemlerle sınırlı olması, yöntemin ülke genelindeki geçerliliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, farklı coğrafi bölgelerden özellikle alt yaş gruplarında daha geniş örneklemlemler içeren, çok merkezli kalibrasyon ve standardizasyon çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir. Metodun Türkiye'deki uygulamalarına ilişkin ayrıntılı inceleme Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Türkiye Popülasyonunda CAAM ile Yaş Tahmini Çalışmaları

Çalışma (Yazar, Yıl)	Örneklem Bölgesi	Yaş aralığı	Kullanılan Model(ler)	Temel Bulgular
(Gulsahi et al., 2015)	Ankara (İç Anadolu)	573 çocuk (8–15 yaş)	Cameriere orijinal formülü	CAAM, yaşları ortalama 0,35 yıl küçük tahmin etti (kızlarda -0,24; erkeklerde -0,47).
(B. K. Apaydin & F. Yasar, 2018)	Konya (İç Anadolu)	330 çocuk (5–15,9 yaş)	Cameriere orijinal formülü; karşılaştırmalı (Demirjian, Willems)	CAAM, çocukların kronolojik yaşını olduğundan küçük tahmin etmiştir ve ortalama tahmin hatası -0,58 yıl olarak bulunmuştur (erkeklerde -0,60; kızlarda -0,55).
(Hato et al., 2022)	Tokat (Orta Karadeniz)	400 çocuk (6–14 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Nolla, Willems)	CAAM, çocukların kronolojik yaşını hafif düşük tahmin etmiş olup ortalama tahmin hatası -0,17 yıl olarak hesaplanmıştır (erkeklerde -0,17; kızlarda -0,10).
(Görman, 2023)	Ankara (İç Anadolu)	510 çocuk (5–14 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Demirjian, Nolla)	CAAM, kronolojik yaştan ortalama -0,15 yıl farkla düşük tahmin yapmıştır (kızlarda -0,21; erkeklerde -0,06)
(Kış et al., 2020)	Kayseri (İç Anadolu)	1878 çocuk (1,99–14,99 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Willem)	CAAM, çocuk grubundaki tahminleriyle gerçek yaş arasında çok güçlü bir korelasyon saptanmıştır ($r = 0.941$). Tahmin hatası küçük olup, uç olgularda maksimum ± 3.46 yıl sapma görülmüştür.
(Gümüşboğa et al., 2024)	Malatya (Doğu Anadolu)	1018 çocuk (5–14 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Bedek)	CAAM, ortalama +0,1 yıl ile çok hafif yüksek tahmin etmiştir[21] (istatistiksel olarak anlamlı olmayan minimal bias).
(Özdemir Tosyalıoğlu et al., 2023)	Ankara (İç Anadolu)	202 çocuk (5-15)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Türk popülasyonuna uyarlanmış formül, kombine diş-el bilek modeli, genişletilmiş kombine model)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama $-0,44 \pm 0,83$ yıl farkla düşük tahmin etmiş olup yüksek korelasyon ($r = 0,901$) ve iyi açıklama gücü ($R^2 = 0,811$) göstermiştir. Türk popülasyonuna uyarlanmış formül ise ortalama $-0,12 \pm 0,69$ yıl ile daha düşük bias göstermiş, korelasyon ($r = 0,905$) ve açıklama gücü ($R^2 = 0,819$) korunmuştur.

(Şahin & Güleç, 2025)	Karaman (İç Anadolu)	953 çocuk (6–14,99 yaş)	CAAM karşılaştırmalı (Modifiye CAAM, Willems, Blenkin-Evans)	CAAM, kronolojik yaşa en yakın tahminleri vermiştir (kızlarda +0,22 yıl, erkeklerde +0,17 yıl; hafif aşırı tahmin)
(Çarıkçıoğlu & Değirmenci, 2023)	Kuzeybatı Anadolu (Çanakkale)	1204 (6–14 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Nolla, Blenkin-Evans)	CAAM kronolojik yaşı ortalama -0,51 yıl farkla düşük tahmin etmiş olup yüksek korelasyon ($r = 0,989$, $p < 0,001$) göstermiştir. Yöntem, ± 1 yıl doğruluk aralığında %74,3 oranında başarı sağlamış; kızlarda -0,53, erkeklerde -0,48 yıl farkla hafif düşük tahmin eğilimi göstermiştir.
(Darıcı et al., 2024)	Ankara (İç Anadolu)	905 (5-15 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Demirjian)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama -0,24 yıl farkla düşük tahmin etmiş olup yüksek korelasyon ($r > 0,90$) göstermiştir. kızlarda -0,23, erkeklerde -0,24 yıl)
(Emeksiz et al., 2022)	Trabzon (Karadeniz)	160 (80 sağlıklı, 80 hipotiroidizml), 5-13 yaş	CAAM, karşılaştırmalı (Nolla)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama -0,33 $\pm$ 1,06 yıl farkla düşük tahmin etmiş olup her iki grupta da benzer doğruluk düzeyi göstermiştir. Yöntem, kızlarda -0,40, erkeklerde -0,20 yıl farkla hafif düşük tahmin eğilimi sergilemiştir.
(Nahir et al., 2025)	Tokat (Orta Karadeniz)	276 çocuk (8–12 yaş; 136 MIH, 140 kontrol)	CAAM karşılaştırmalı (Haavikko)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama -0,2 yıl farkla düşük tahmin etmiş olup hem MIH hem kontrol grubunda benzer doğruluk düzeyi göstermiştir.
(Ozveren et al., 2019)	Edirne (Trakya)	636 çocuk (6–14,99 yaş)	CAAM karşılaştırmalı (Willems)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama kızlarda +0,37 $\pm$ 0,70 yıl, erkeklerde +0,18 $\pm$ 0,71 yıl farkla hafif yüksek tahmin etmiştir. Yöntem, ± 1 yıl doğruluk aralığında erkeklerde %84,6, kızlarda %77,3 oranında başarı göstermiştir
(Saraç et al., 2024)	Erzurum (Doğu Anadolu)	240 (9–15 yaş)	Cameriere Avrupa formülü; karşılaştırmalı (Gilsanz–Ratib atlası)	CAAM, kronolojik yaşı ortalama -0,37 $\pm$ 1,12 yıl farkla düşük tahmin etmiştir (kızlarda -0,35 $\pm$ 1,06, erkeklerde -0,39 $\pm$ 1,19).
(Kahraman, 2022)	Uşak (İç Ege)	200 (5-14 yaş)	COAM, Türk popülasyonuna özgü modifiye	Modifiye regresyon modeli, kızlarda en yüksek doğruluğu göstermiş olup, birinci premolar ve ikinci moların kombinasyonu yaş varyansının %79,1'ini açıklamıştır.

3.2. Üçüncü Molar Maturasyon İndeksi ve 18 Yaş Eşiğinin Belirlenmesi

Açık apeks yöntemi, yaklaşık 16 yaşına kadar tüm kalıcı dişlerin kök gelişimini değerlendirebilen güvenilir bir yaklaşımdır. Ancak bu yaştan sonra, ikinci molar dahil olmak üzere 1–7 numaralı dişlerin çoğunda apeks kapanması tamamlanır. Bu aşamadan itibaren, yaş tayininde kullanılabilecek tek diş grubu genellikle üçüncü molarlardır. Üçüncü molarların kök gelişimi 20'li yaşların başlarına kadar devam ettiği için, bu dişler özellikle 16–21 yaş aralığında yaş tahmini açısından kritik öneme sahiptir. Adli uygulamalarda 18 yaş sınırının belirlenmesi

(cezaî ehliyet veya reşitlik değerlendirmesi gibi durumlarda) hayati olduğundan, Cameriere 2008 yılında üçüncü molarların radyografik olgunluğunu nicel olarak değerlendirmeye olanak sağlayan bir indeks geliştirmiştir (R. Cameriere, Ferrante, De Angelis, Scarpino, & Galli, 2008). Üçüncü molar olgunluk indeksinin (I3M) geliştirilmesi sırasında, araştırmacılar bir bireyin 18 yaşından büyük olup olmadığını belirlemek amacıyla 0,08 değerini eşik (cut-off) olarak belirlemişlerdir. Yöntemin geliştirildiği orijinal İtalyan örnekleminde bireylerin %83'ü doğru sınıflandırılmıştır. Ardından, yöntemi ve eşik değerini farklı popülasyonlarda doğrulamak amacıyla birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalar umut verici sonuçlar ortaya koymuştur. 2018 yılında yayımlanan meta-analizde (Santiago, Almeida, Cavalcanti, Magno, & Maia, 2018) toplam 15 çalışma dâhil edilmiş olup, 0,08 eşik değeriyle yöntemin duyarlılığı 0.86, özgüllüğü 0,93 ve AUC değeri 0,97 olarak bildirilmiştir. 2021 yılında yayınlanan farklı etnik popülasyonları kapsayan 22 çalışmanın incelendiği bir derlemede, I3M'nin genel duyarlılığı %51,8–93,4, özgüllüğü %86,2–100 ve doğru sınıflandırma oranı %74–95 arasında bildirilmiştir. Bulgular, yöntemin cinsiyetten bağımsız olarak 18 yaş sınırını belirlemede güvenilir olduğunu, ancak etnik farklılıkların doğruluğu etkileyebileceğini göstermektedir.

Türk popülasyonunda Cameriere'nin üçüncü molar olgunluk indeksi (I3M) yöntemiyle 18 yaş sınırının belirlenmesine yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. İlk araştırmalarda (Gulsahi, De Luca, Cehreli, Tirali, & Cameriere, 2016), 14–22 yaş aralığındaki bireylerde 0,08'lik eşik değerinin erişkinlik tespitinde yüksek doğruluk sağladığı, duyarlılık oranlarının %85–95 arasında, özgüllük oranlarının ise %100'e yakın olduğu bildirilmiştir.

Sonraki çalışmalar yöntemi farklı bölgelerde uygulayarak cinsiyet ve bölgesel faktörlerin performansı etkileyebileceğini göstermiştir. İstanbul'da yapılan bir araştırmada (Arsan, Şakır, Büyük, Fişekçioğlu, & Kurt, 2022), duyarlılığın kadınlarda %46–74, erkeklerde %71 civarında; özgüllüğün ise her iki cinsiyette de %90'ın üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Adana'da gerçekleştirilen bir çalışmada (Uğuz & Öge, 2022) I3M yönteminin 18 yaş ayrımında duyarlılığı %95,5, özgüllüğü %75,5 ve genel doğruluğu %85,5 olarak saptanmıştır. CBCT ile yürütülen bir incelemede (Yurdabakan, Karadayı, & Yetimoğlu, 2023) ise duyarlılık %93,5, özgüllük %97,4 ve genel doğruluk yaklaşık %96 olarak belirlenmiştir.

Balıkesir'de yapılan daha güncel bir araştırmada (Cakan, 2024), 18 yaş eşiğinin belirlenmesinde yöntemin genel olarak güvenilir olduğu, ancak kadınlarda duyarlılığın (%57) erkeklerle kıyasla (%77) daha düşük seyrettiği, buna karşın özgüllüğün her iki cinsiyette de %90'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir.

Tüm bu bulgular, Cameriere'nin üçüncü molar olgunluk indeksinin Türk popülasyonunda 18 yaş ayrımında yüksek doğruluk sağladığını göster-

mektedir. Ancak, farklı bölgeler ve cinsiyet grupları arasında değişkenlikler bulunduğundan, yöntemin ulusal düzeyde standardizasyonu ve çok merkezli kalibrasyon çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Gelecek Perspektifleri: Türkiye’de Diş Bazlı Yaş Tahmini Modellerinin Gelişimi

Türk ceza kanunu cezai sorumluluğunu belirlemede özellikle 12 ve 15 yaş sınırlarını kritik eşikler olarak tanımlar. Bu bağlamda, Cameriere metodolojisinin temelini oluşturan kök ucu açıklığının diş yüksekliğine oranı ile elde edilen değerler yalnızca 18 yaş üzeri için değil, bu iki alt yaş grubuna yönelik cut-off değerlerinin belirlenmesinde de kullanılabilirliği dikkat çekicidir. Literatürde, her iki yöntemin de Türk popülasyonunda yüksek korelasyon ve güvenilirlik gösterdiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle, her bir mandibular daimi dişe ait regresyon formüllerinin daha ayrıntılı incelenmesini takiben 12 ve 15 yaş gruplarına özgü yeni cut-off değerlerinin tanımlanması hem bilimsel hem de adli açıdan anlamlı bir ilerleme olacaktır. Ayrıca panoramik radyografinin yaygın kullanımı, bu tür yaş odaklı modellerin geniş ve heterojen veri setleri üzerinden geliştirilmesine olanak tanımakta ve yöntemin sahadaki uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Bununla birlikte diş eksiklikleri, travmalar veya çekimler nedeniyle mandibulanın tam analizinin mümkün olmadığı genç bireylerde tek diş temelli modellerin önemi giderek artmaktadır. Türkiye’de yapılan epidemiyolojik araştırmalar, 12 yaş çocuklarında DMFT skorunun 1,9, 9–15 yaş arası adölesanlarda 6,25, daha küçük yaş gruplarında ise 8,1’e kadar ulaştığını bildirmektedir (Candan, Mavi, & Buldur, 2020; Gökalg, Guciz Dogan, Tekçiçek, Berberoglu, & Ünlüer, 2010). Bu durum, erken yaşta çürük ve diş kaybının yaygınlığını göstermekte; metodolojik esneklik ve tek diş temelli modellerin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu tür modeller, bireysel varyasyonları daha doğru yansıtarak adli diş hekimliğinde yaş tahmininde hem duyarlılığı hem de uygulanabilirliği artırma potansiyeline sahiptir.

Uluslararası yürütülen çalışmalar da bu olasılığı destekler niteliktedir. Farklı popülasyonlarda yürütülen araştırmalar, ikinci premolar ve ikinci moların yaş tahmininde en düşük sistematik hata payına sahip olduğunu ve yaş varyansının %60–76’sını açıklayabildiğini göstermektedir (Galić et al., 2017; Liversidge, Smith, & Maber, 2010). Çin popülasyonunda geliştirilen popülasyona özgü regresyon modellerinde, kanin, birinci premolar ve ikinci moların birlikte değerlendirildiği formülün 12–15 yaş grubunda yaş varyansının %91’ini açıkladığı ve ortalama mutlak hatayı 0,60 yıla kadar düşürdüğü bildirilmiştir (Guo et al., 2015). Hindistan’da yürütülen geniş ölçekli bir araştırmada ise, tek diş temelli modellerin ortalama mutlak hata değerlerinin 0,45–0,52 yıl aralığına indirilebildiği ve mandibular bütünlük gereksinimi olmadan güvenilir yaş tahmini yapılabildiği ortaya konmuştur (Suvarna et al., 2021).

3.3. Kanin Dişte Kron/Pulpa Oranına Dayalı Yöntem

Yaş ilerledikçe daimi dişlerde sekonder dentin birikiminin artmasıyla birlikte pulpa boşluğunun daraldığı bilinmektedir. Bu biyolojik süreçten yola çıkan Cameriere ve çalışma arkadaşları, bir dişin pulpa alanının toplam diş alanına oranını kullanarak kronolojik yaştan tahmin edilebileceğini göstermiştir (R. Cameriere, Brogi, et al., 2006). Orijinal çalışmada, 20–79 yaş aralığındaki 100 bireye ait üst ve alt çene çekilmiş kanin dişlerinin periapikal radyografilerinde pulpa/dış alan oranları ($RA_{(u)}$: üst kanin, $RA_{(l)}$: alt kanin) ölçülmüş ve elde edilen veriler yaşla yüksek düzeyde korelasyon göstermiştir. Üst ve alt kanin oranlarının birlikte değerlendirildiği regresyon modeli, yaş varyasyonunun %92,5'ini açıklamış ve ortalama $\pm 4,06$ yıl tahmin hatası vermiştir. Tek bir kanin üzerinden yapılan doğrusal modellerde dahi açıklama gücü yaklaşık %86, standart hata ise ortalama 5,4 yıl olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, pulpa alanındaki oransal küçülmenin yaşın güçlü ve güvenilir bir göstergesi olduğunu ortaya koymuştur. Bu yöntem başlangıçta hayatını kaybetmiş bireylere yönelik uygulanabilecek yöntemler kapsamında tanıtılmıştır.

Sonraki yıllarda farklı coğrafi popülasyonlarda yapılan çalışmalarda da yüksek doğrulukla doğrulanmıştır. Örneğin, 2009 yılında Portekiz'de yürütülen araştırmada, Coimbra Antropoloji Müzesi koleksiyonuna ait 20–84 yaş arası bireylerden elde edilen 258 kanin dişi (126 erkek, 132 kadın) incelenmiştir. Üst ve alt kaninler için ayrı ayrı geliştirilen regresyon modelleri, yaş varyansının yaklaşık %97'sini açıklamış; ortalama mutlak hata sırasıyla 2,37 ve 2,55 yıl olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, Cameriere'nin İtalyan örneklemiyle karşılaştırıldığında anlamlı fark göstermemiştir. Her iki popülasyonu birleştiren ortak model ise yaklaşık %86–93 açıklama gücü ve ortalama 2,7 yıllık hata ile yüksek doğruluk sağlamıştır (R. Cameriere, Cunha, Sassaroli, Nuzzolese, & Ferrante, 2009).

Yöntemin geçerliliği daha sonra Meksika kökenli bireylerde de test edilmiş; 20. yüzyıldan kalma Meksikalı mahkumlara ait 85 kanin üzerinde yapılan incelemelerde yaş tahmin başarısı %96 düzeyinde rapor edilmiştir (S. De Luca, Bautista, Alemán, & Cameriere, 2011).

Hindistan'da Singaraju ve Sharada (2009), 18–72 yaş aralığındaki 200 bireyin panoramik radyografileri üzerinde sağ maksiller kaninleri incelemiş; yöntemin özellikle 31–50 yaş aralığında %97 varyans açıklama gücüyle en başarılı sonuçları verdiğini, ancak panoramik radyografilerde kanin ölçümünün zorlayıcı ve maliyetli olduğunu belirtmişlerdir (Singaraju & Sharada, 2009). Aynı popülasyonda Babshet ve ark. (2010), mandibular kanin periapikalleri üzerinden geliştirdikleri regresyon modelinde ortalama 11,01 yıllık hata bildirmiş, ardından lateral kesici ve birinci premolar dişlerin dahil edildiği çoklu regresyon modeliyle doğruluk oranını artırmıştır (Babshet, Achar-

ya, & Naikmasur, 2011). Hindistan'da 456 periapikal radyografiyle yapılan bir çalışmada yöntem 4,28–6,39 yıl hata aralığıyla özellikle 45 yaş altı bireylerde daha güvenilir bulunmuştur (Jeevan, Kale, Angadi, & Hallikerimath, 2011). Saxena, 120 panoramik filmde -2,2 ila +1,5 yıl farkla yöntemin geçerli olduğunu doğrulamıştır (Saxena, 2011). İspanya'da 606 tek köklü dış üzerinde yapılan bir çalışmada, mandibular premolarlarda %95 doğruluk oranı bildirilmiştir (Roberto Cameriere, De Luca, Alemán, Ferrante, & Cingolani, 2012). Portekiz popülasyonunda alt lateral keserlerde %51,3, üst laterallerde %81,6 başarı elde edilmiş ve kesici dişlerin alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (R Cameriere et al., 2013).

Yapay zekâ tabanlı ölçümlemeyle antropolojik örneklerde deneyimli gözlemcilerle benzer doğruluk elde edilmiştir (R. Cameriere, De Luca, et al., 2015). Aynı yıl Cameriere yöntemi, Kvaal yöntemiyle karşılaştırıldığında 5,5 yıllık hata ile daha doğru sonuç (De Angelis, Gibelli, Fabbri, & Cattaneo, 2015). İran'da yöntemin tek başına %16 doğrulukla yetersiz kaldığı, diğer tekniklerle birlikte kullanılmasının önerildiği belirtilmiştir (Sakhdari, Mehralizadeh, Zolfaghari, & Madadi, 2015). Marroquin ve ark. (2017) ise sekonder dentin birikimine dayalı yöntemler arasında Cameriere metodunun $\pm 5,6$ yıl ile en düşük sapmaya sahip olduğunu vurgulamıştır (Marroquin et al., 2017). Takip eden yıllarda beş ülkeden 891 radyografiyi içeren çok merkezli çalışmada Bayesian kalibrasyon modeli kullanılmış, üst ve alt kaninlerde ortalama mutlak hata sırasıyla 2,43 ve 2,49 yıl bulunmuştur (R Cameriere et al., 2021). Bu modelin klasik regresyondaki yaş yanlılığını azalttığı belirtilmiştir.

Boyacıoğlu Doğru ve ark. (2017), Ankara ve İzmir illerinden 20–75 yaş aralığındaki 200 yetişkine ait panoramik radyografiler üzerinde çalışarak, üst ve alt çene kaninlerinin pulpa/dış alan oranlarını hesaplamıştır. Analizler, yaş ile bu oranlar arasında anlamlı negatif korelasyonlar bulunduğunu (örneğin maksiller kanin için $r = -0.716$) göstermiştir. Araştırmacılar, maksiller kanin oranına dayalı olarak geliştirdikleri regresyon modeliyle yaş varyasyonunun %51,2'sini açıklamış ve yaklaşık 9,23 yıllık standart tahmin hatası elde etmişlerdir.

Bağımsız bir test örnekleminde, tahminlerin ortalama hatası yaklaşık 8 yıl olarak saptanmış ve bireylerin %64'ünün yaşı ± 10 yıl içinde doğru öngörülmüştür. Adli yaş tahmininde ± 10 yıl aralığının genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde değerlendirildiği göz önüne alındığında, bu sonuç yöntemin Türk yetişkin bireylerde kısmen uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, aynı çalışmada Cameriere'nin orijinal, yani İtalyan örneklemine dayalı denklem formülünün Türk bireylere doğrudan uygulandığında hata payının yaklaşık 10,5 yıla yükseldiği bildirilmiştir. Bu bulgu, popülasyon-spesifik kalibrasyonun önemini vurgulamaktadır. Nitekim, Türk örneklemine özgü yeni bir denklem geliştirildiğinde hata payı belirgin biçimde azalmış (yaklaşık 8 yıla) ve tahmin başarısı artmıştır (Hatice, Nihal, Nursel,

Humeyra Ozge, & Goksuluk, 2017). Ayrıca, Aydın ve Bayrak (2019) tarafından yapılan farklı bir çalışmada, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntüleri üzerinden maksiller kesici dişlerin pulpa/dış alan oranlarının yaşla anlamlı düzeyde ilişkili olduğu ($r = -0.615$) gösterilmiştir. Bu bulgu, yöntemin üç boyutlu görüntüleme verileriyle de Türk popülasyonunda uygulanabilir olduğunu desteklemektedir (Uğur Aydın & Bayrak, 2019).

3.4. Servikal Omurga Matürasyonuna Dayalı (C4) Yöntem

Cameriere ve ark. (2015) tarafından tanımlanan bu yöntem, büyüme çağındaki bireylerin lateral sefalometrik radyografilerinde 4. servikal vertebra'nın (C4) ön ve arka kenar yükseklik oranını (R. Cameriere, Giuliadori, et al., 2015)değerlendirerek yaş tahmini yapılmasını amaçlar. Yöntem, özellikle 5–15 yaş aralığında kemik olgunlaşmasını yansıtan güvenilir bir belirteç olarak rapor edilmiştir. Türk popülasyonunda da bir çalışma ile doğrulanmıştır. (Gulsahi, Çehreli, Galić, Ferrante, & Cameriere, 2020). Pamukcu ve ark. (2022), Gazi Üniversitesi'nde yürüttükleri çalışmada servikal vertebraların fraktal analizini kullanarak kemik matürasyonunu değerlendirmiş ve özellikle C4 vertebra fraktal boyut değerlerinin pubertal büyüme atağıyla anlamlı biçimde ilişkili olduğunu göstermiştir. Bulgular, Cameriere'nin C4 temelli yaklaşımının Türk popülasyonunda da biyolojik yaş belirteci olarak kullanılabileceğini desteklemektedir (Pamukcu et al., 2022). Çelik Güler ve ark. (2023), Marmara bölgesinde 9–14 yaş arası Türk çocuklarında Cameriere'nin açık apeks (dental) ve C4 vertebra (iskeletsel) yöntemlerini karşılaştırmış; her iki yöntemin de kronolojik yaşla orta düzeyde korelasyon gösterdiğini ($r \approx 0.6$) ve 14 yaş öncesinde C4 tabanlı yöntemin daha doğru sonuç verdiğini bildirmiştir. Bu bulgular, servikal omurga oranına dayalı yaş tahmini yönteminin Türk popülasyonunda da uygulanabilir olduğunu desteklemektedir (Güler, Deniz, & Arslan, 2023). Ancak dentomaksillofasial radyoloji kapsamındaki görüntülerden elde edilmesine rağmen kemik gelişimine dayalı olması nedeniyle bu bölümün bağlamı dışındadır.

4. Sonuç ve Gelecek Yönelimler

Radyografiler üzerinden geliştirilen derin öğrenme modellerinin başarısı, temelde güçlü analog yaklaşımların oluşturduğu bilimsel temele dayanır. Başarılı regresyon denklemleri, yapay zekaya öğretilcek anatomik, morfolometrik ve biyometrik örüntülerin güvenilir biçimde tanımlanmasını sağlar. Bu nedenle yapay zekaya aktarılacak yaş belirteçlerinin sağlamlığı, klasik Cameriere metodolojisine dayalı doğrusal modellerin kalitesiyle doğrudan ilişkilidir.

Türk popülasyonu için geliştirilen yüksek açıklama gücüne sahip regresyon formülleri, gelecekteki derin öğrenme çalışmalarında yalnızca eğitim verisi değil, aynı zamanda referans standart olarak da kullanılabilecek niteliktedir. Bu modellerin, yapay zekâ algoritmalarına popülasyon-spesifik var-

yasyonları ve morfolojik farklılıkları öğretmek amacıyla uyarlanması, daha hassas ve kültürel olarak kalibre edilmiş yaş tahmin sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Güncel eğilim, analitik doğruluğu yüksek analog formüllerin derin öğrenme sistemleriyle bütünleştirildiği hibrit modellerin oluşturulması yönündedir. Böyle bir yaklaşım yalnızca otomasyonu değil, aynı zamanda biyolojik anlam taşıyan ölçütlerin algoritmik olarak korunmasını da mümkün kılar. Bu doğrultuda Türk popülasyonunda geçerliliği kanıtlanmış Cameriere temelli regresyon denklemlerinin yapay zekâ sistemlerine entegrasyonu hem bilimsel temelliliği güçlendiren hem de klinik karar destek mekanizmalarının güvenilirliğini artıran stratejik bir adım olarak görülmelidir.

KAYNAKLAR

- AB, I. (2009). Adli hekimlikte yaş tayini. *Klinik Gelişim*, 22, 114–121.
- Afşin, H., Karadayı, B., & Büyük, Y. (2014). Role of forensic dentistry in forensic sciences-chapter 1: identification of mass fatality victims and dental age estimation in forensic cases. *Turkish Journal of Forensic Medicine*, 28(3), 275–286.
- AlQahtani, S. J., Hector, M. P., & Liversidge, H. M. (2010). Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 481–490.
- AlShahrani, I., Yassin, S. M., Togoo, R. A., Tikare, S., Khader, M. A., & Alkahtani, Z. M. (2019). Age estimation by measurement of open apices in tooth roots: Study using Saudi Arabian samples. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 62, 63–68.
- Angelakopoulos, N., De Luca, S., Palacio, L. A. V., Coccia, E., Ferrante, L., Pinchi, V., & Cameriere, R. (2019). Age estimation by measuring open apices in teeth: a new formula for two samples of South African black and white children. *International Journal of Legal Medicine*, 133(5), 1529–1536. doi:10.1007/s00414-019-02096-z
- Apaydin, B., & Yasar, F. (2018). Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 21(3), 257–263.
- Apaydin, B. K., & Yasar, F. (2018). Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Niger J Clin Pract*, 21(3), 257–263. doi:10.4103/1119-3077.226966
- Arsan, B., Şakır, M., Büyük, C., Fişekçioğlu, E., & Kurt, G. (2022). Comparison of Cameriere and Demirjian methods for estimating adulthood in Turkish population. *Meandros Medical and Dental Journal*, 23(3), 275–281.
- Azevedo, A. d. C. S., Alves, N. Z., Michel-Crosato, E., Rocha, M., Cameriere, R., & Biazevic, M. G. H. (2015). Dental age estimation in a Brazilian adult population using Cameriere's method. *Brazilian oral research*, 29(1), 1–9. doi:10.1590/1807-3107bor-2015.vol29.0016
- Babshet, M., Acharya, A. B., & Naikmasur, V. G. (2011). Age estimation from pulp/tooth area ratio (PTR) in an Indian sample: A preliminary comparison of three mandibular teeth used alone and in combination. *J Forensic Leg Med*, 18(8), 350–354. doi:10.1016/j.jflm.2011.07.003
- Balla, S. B., Lingam, S., Kotra, A., & Cameriere, R. (2019). New regression models for dental age estimation in children using third molar maturity index: A preliminary analysis testing its usefulness as reliable age marker. *Legal Medicine*, 39, 35–40.
- Blenkin, M., & Taylor, J. (2012). Age estimation charts for a modern Australian population. *Forensic Science International*, 221(1-3), 106–112.
- Cakan, K. N. (2024). Comparison of the Cameriere's third molar maturity index and

- Olze et al.'s stages of radiographic visibility of the root pulp in a Turkish population. *Eur Oral Res*, 58(2), 88–94. doi:10.26650/eor.20241231589
- Cameriere, R., Brogi, G., Ferrante, L., Mirtella, D., Vultaggio, C., Cingolani, M., & Fornaciari, G. (2006). Reliability in age determination by pulp/tooth ratio in upper canines in skeletal remains. *J Forensic Sci*, 51(4), 861–864. doi:10.1111/j.1556-4029.2006.00159.x
- Cameriere, R., Cunha, E., Sassaroli, E., Nuzzolese, E., & Ferrante, L. (2009). Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int*, 193(1-3), 128.e121–126. doi:10.1016/j.forsciint.2009.09.011
- Cameriere, R., Cunha, E., Wasterlain, S., De Luca, S., Sassaroli, E., Pagliara, F., . . . Ferrante, L. (2013). Age estimation by pulp/tooth ratio in lateral and central incisors by peri-apical X-ray. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(5), 530–536.
- Cameriere, R., De Angelis, D., Ferrante, L., Scarpino, F., & Cingolani, M. (2007). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *Int J Legal Med*, 121(6), 449–453. doi:10.1007/s00414-007-0179-1
- Cameriere, R., De Luca, S., Alemán, I., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2012). Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Science International*, 214(1-3), 105–112.
- Cameriere, R., De Luca, S., Egidi, N., Bacaloni, M., Maponi, P., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2015). Automatic age estimation in adults by analysis of canine pulp/tooth ratio: Preliminary results. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 3(1), 61–66. doi:https://doi.org/10.1016/j.jofri.2014.10.001
- Cameriere, R., De Luca, S., Soriano Vázquez, I., Kiş, H., Pigolkin, Y., Kumagai, A., & Ferrante, L. (2021). A full Bayesian calibration model for assessing age in adults by means of pulp/tooth area ratio in periapical radiography. *International Journal of Legal Medicine*, 135(2), 677–685.
- Cameriere, R., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*, 120(1), 49–52. doi:10.1007/s00414-005-0047-9
- Cameriere, R., Ferrante, L., De Angelis, D., Scarpino, F., & Galli, F. (2008). The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International Journal of Legal Medicine*, 122(6), 493–497. doi:10.1007/s00414-008-0279-6
- Cameriere, R., Giuliadori, A., Zampi, M., Galić, I., Cingolani, M., Pagliara, F., & Ferrante, L. (2015). Age estimation in children and young adolescents for forensic purposes using fourth cervical vertebra (C4). *Int J Legal Med*, 129(2), 347–355. doi:10.1007/s00414-014-1112-z
- Candan, M., Mavi, E., & Buldur, B. (2020). Causes and patterns of permanent tooth loss among 9-15 years old children in the Central Anatolia Region. *Journal of Oral Health and Oral Epidemiology*, 9(4), 203–208.

- Cavallo, F., Mohn, A., Chiarelli, F., & Giannini, C. (2021). Evaluation of bone age in children: a mini-review. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 580314.
- Center, A. D. R. (May 9, 2025). Türkiye: Country report. Retrieved from <https://www.adrc.asia/nationinformation.php?NationCode=792&Lang=en&Nation-Num=39>
- Cugati, N., Kumaresan, R., Srinivasan, B., & Karthikeyan, P. (2015). Dental age estimation of growing children by measurement of open apices: A Malaysian formula. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 7, 227 – 231.
- Çarıkçioğlu, B., & Değirmenci, A. (2021). Accuracy of the radiographic methods of Willems, Cameriere and Blenkin –Evans on age estimation for Turkish children in the northwest Anatoli a region. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 55(2), 156–167. doi:10.1080/00450618.2021.1892189
- Çarıkçioğlu, B., & Değirmenci, A. (2023). Accuracy of the radiographic methods of Willems, Cameriere and Blenkin–Evans on age estimation for Turkish children in the northwest Anatolia region. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 55(2), 156–167.
- Darıcı, A., Ölmez, M. S., Güngör, H. C., Rajavaara, P., Sipola, A., Anttonen, V., & Päkikilä, J. (2024). Comparison of accuracy of different dental age estimation methods in Finnish and Turkish populations. *Acta Odontologica Scandinavica*, 83, 42434.
- De Angelis, D., Gibelli, D., Fabbri, P., & Cattaneo, C. (2015). Dental age estimation helps create a new identity. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 36(3), 219–220.
- De Luca, S., Bautista, J., Alemán, I., & Cameriere, R. (2011). Age-at-death estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a 20th-century Mexican sample of prisoners to test Cameriere's method. *J Forensic Sci*, 56(5), 1302–1309. doi:10.1111/j.1556-4029.2011.01784.x
- De Luca, S., De Giorgio, S., Butti, A. C., Biagi, R., Cingolani, M., & Cameriere, R. (2012). Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: study of a Mexican sample. *Forensic Science International*, 221(1-3), 155. e151–155. e157.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human biology*, 211–227.
- Demirkıran, D. S., Çelikel, A., Zeren, C., & Arslan, M. M. (2014). Yaş tespitinde kullanılan yöntemler. *Dicle Medical Journal/Dicle Tıp Dergisi*, 41(1).
- El-Bakary, A. A., Hammad, S. M., & Mohammed, F. (2010). Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 17(7), 363–367.
- Emeksiz, C., Yilmaz, N., Tüzüner, T., & Baygin, O. (2022). Dental age estimation with two different methods in paediatric patients with hypothyroidism. *Archives of Oral Biology*, 139, 105450.

- Fendel, H. (1976). Methods of radiological bone age assessment (author's transl). *Der Radiologe*, 16(9), 370–380.
- Galić, I., Pacifici, A., Carbone, D., Pacifici, L., Jerončić, A., & Cameriere, R. (2017). Age estimation by the Cameriere's normalized measurements (CNM) of the single permanent mandibular tooth on a panoramic radiograph. *Legal Medicine*, 26, 65–72. doi:<https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2017.03.007>
- Gannepalli, A., Balla, S. B., Pacha, V. B., Babu, G. D., Vinay, B. H., & Perkari, S. (2019). Applicability of Cameriere European formula for age estimation of 10–15 years legal threshold in South Indian population. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 11(2), 78–83.
- Gleiser, I., & Hunt, E. (1955). The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *Am J Phys Anthr*, 13, 479–488.
- Gökalp, S., Guciz Dogan, B., Tekçiçek, M., Berberoglu, A., & Ünlüer, Ş. (2010). National survey of oral health status of children and adults in Turkey. *Community dental health*, 27(1), 12.
- Görman, S. (2023). *Ankara İlindeki Çocuklarda Diş Yaşı Tespitinde Kullanılan Demirjian, Nolla ve Cameriere Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Olarak Değerlendirilmesi*. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara. Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=p9gFT1t0SkqzPZVU7v_xHg&no=7kZT-9LbbA6UJHWVvN21uOg
- Gulsahi, A., Çehreli, S. B., Galić, I., Ferrante, L., & Cameriere, R. (2020). Age estimation in Turkish children and young adolescents using fourth cervical vertebra. *Int J Legal Med*, 134(5), 1823–1829. doi:10.1007/s00414-020-02246-8
- Gulsahi, A., De Luca, S., Cehreli, S. B., Tirali, R. E., & Cameriere, R. (2016). Accuracy of the third molar index for assessing the legal majority of 18 years in Turkish population. *Forensic Sci Int*, 266, 584.e581–584.e586. doi:10.1016/j.forsciint.2016.04.034
- Gulsahi, A., Tirali, R. E., Cehreli, S. B., De Luca, S., Ferrante, L., & Cameriere, R. (2015). The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. *Forensic Sci Int*, 249, 319.e311–315. doi:10.1016/j.forsciint.2015.01.031
- Guo, Y.-c., Yan, C.-x., Lin, X.-w., Zhou, H., Li, J.-p., Pan, F., . . . Chen, T. (2015). Age estimation in northern Chinese children by measurement of open apices in tooth roots. *International Journal of Legal Medicine*, 129, 179–186.
- Gupta, S., Verma, A. K., Patil, R., Singh, U. S., Kumar, N., & Bhattacharya, S. (2023). Comparison of Demirjian and Cameriere methods and development of modified Cameriere and Demirjian formula more efficient for North Indian population. *J Oral Maxillofac Pathol*, 27(1), 138–147. doi:10.4103/jomfp.jomfp_228_22
- Guzman, E. J. T., & De Ungria, M. C. A. (2025). Barriers to human remains identification using forensic odontology in resource-constrained settings. *Forensic Science International: Synergy*, 10, 100575. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fsis->

yn.2025.100575

- Güler, Ö., Deniz, Y., & Arslan, S. (2023). Comparison of Dental and Skeletal Age Estimating Methods in Children. *Acta Stomatol Croat*, 57(1), 2–11. doi:10.15644/asc57/1/1
- Gümüşboğa, Z. Ş., Duruk, G., Özdemir, E., Aydan, T., & Kırgın, A. Ş. (2024). An investigation of the validity of the Bedek models and Cameriere-European formula used in dental age prediction in Turkish children. *BMC Oral Health*, 24(1), 1396.
- Hatice, B. D., Nihal, A., Nursel, A., Humeysra Ozge, Y., & Goksuluk, D. (2017). Applicability of Cameriere's and Drusini's age estimation methods to a sample of Turkish adults. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(7).
- Hato, E., Coşgun, A., & Altan, H. (2022). Comparative evaluation of Nolla, Willems and Cameriere methods for age estimation of Turkish children in the Central Black Sea Region: A preliminary study. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 91, 102400. doi:https://doi.org/10.1016/j.jflm.2022.102400
- Hostiuc, S., Diaconescu, I., Rusu, M. C., & Negoii, I. (2021). Age Estimation Using the Cameriere Methods of Open Apices: A Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*, 9(2). doi:10.3390/healthcare9020237
- Ishwarkumar, S., Pillay, P., Chetty, M., & Satyapal, K. S. (2022). The Application of the Cameriere's Methodologies for Dental Age Estimation in a Select KwaZulu-Natal Population of South Africa. *Dentistry Journal*, 10(7), 130. doi:10.3390/dj10070130
- ISIR, A. B., & DÜLGER, H. E. (2007). 1998-2005 Yılları Arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalında Raporlandırılan Yaş Tayini Olgularının İrdelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine and Forensic Sciences*, 4(1), 1–6.
- Javadinejad, S., Sekhavati, H., & Ghafari, R. (2015). A Comparison of the Accuracy of Four Age Estimation Methods Based on Panoramic Radiography of Developing Teeth. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 9(2), 72–78. doi:10.15171/joddd.2015.015
- Jeevan, M., Kale, A. D., Angadi, P. V., & Hallikerimath, S. (2011). Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: Cameriere's method assessed in an Indian sample using radiovisiography. *Forensic Science International*, 204(1-3), 209. e201–209. e205.
- Kahraman, E. N. (2022). *Cameriere Yaş Tayini Metotları Kullanılarak Tahmin Edilen Yaşın Kronolojik Yaş ile Karşılaştırılması*. Uşak Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Uşak. Retrieved from https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=20a3bfB4VEtp-4VH-yJ2Btg&no=iSNVE-Ch_9UFtWjflbP_8w
- Kimliklendirme, P. O. (2000). Adli Tıp Der Yayınları. In: İstanbul.
- Kış, H. C., Görürgöz, C., Başol, M., Canger, E. M., & Öztaş, B. (2020). Evaluation of

- the Willems and Cameriere's dental age estimation methods in Turkish children—A modified version of Cameriere's method. *Forensic Science International: Reports*, 2, 100105. doi:10.1016/j.fsir.2020.100105
- Kringsholm, B., Jakobsen, J., Sejrsen, B., & Gregersen, M. (2001). Unidentified bodies/skulls found in Danish waters in the period 1992–1996. *Forensic Science International*, 123(2-3), 150–158.
- Liliequist, B., & Lundberg, M. (1971). Skeletal and tooth development: a methodologic investigation. *Acta Radiologica. Diagnosis*, 11(2), 97–112.
- Liversidge, H. M., Smith, B. H., & Maber, M. (2010). Bias and accuracy of age estimation using developing teeth in 946 children. *American Journal of Physical Anthropology*, 143(4), 545–554.
- Luntz, L. L. (1977). History of forensic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 21(1), 7–17.
- Manjunath, B. C., Chandrashekar, B. R., Mahesh, M., & Vatchala Rani, R. M. (2011). DNA Profiling and forensic dentistry – A review of the recent concepts and trends. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18(5), 191–197. doi:https://doi.org/10.1016/j.jflm.2011.02.005
- Marroquin, T., Karkhanis, S., Kvaal, S., Vasudavan, S., Kruger, E., & Tennant, M. (2017). Age estimation in adults by dental imaging assessment systematic review. *Forensic Science International*, 275, 203–211.
- Massler, M. (1941). The development of the human dentition. *J. Am. Dent. Assoc.*, 28, 1153.
- Mazzilli, L. E. N., Melani, R. F. H., Lascala, C. A., Palacio, L. A. V., & Cameriere, R. (2018). Age estimation: Cameriere's open apices methodology accuracy on a southeast Brazilian sample. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 58, 164–168. doi:https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.06.006
- Miller, R. G. (2024). Forensic odontology in disaster victim identification. *Journal of forensic sciences*, 69(5), 1630–1636.
- Müller, N. (1990). To determine the age of people with special attention to wisdom teeth [Medical Thesis]. *Bavaria (Germany): Erlangen-Nuremberg*.
- Nahir, C. B., Akkoç, S., & Ergün, E. (2025). Evaluation of tooth development in children with molar-incisor hypomineralization using the Cameriere and Haavikko methods: a case-control study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 49(2).
- Najem, A., Ali, F. M., Ahmadi, O., & Ali, F. (2024). Age Estimation in Libyan Children Based on Dental Panoramic Radiography. *Libyan Journal of Dentistry*, 8(1), 24–32.
- Nolla, C. M. (1960). The development of permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 27, 254–266.
- Ozveren, N., Serindere, G., Meric, P., & Cameriere, R. (2019). A comparison of the accuracy of Willems' and Cameriere's methods based on panoramic radiography. *Forensic Science International*, 302, 109912. doi:10.1016/j.forsciint.2019.109912

- Özdemir Tosyalıoğlu, F., Özgür, B., Çehreli, S., Arrais Ribeiro, I., & Cameriere, R. (2023). The accuracy of Cameriere methods in Turkish children: chronological age estimation using developing teeth and carpals and epiphyses of the ulna and radius. *Forensic Science, Medicine and Pathology*, 19(3), 372–381.
- Pamukcu, U., Ispir, N. G., Akay, G., Karadag Atas, O., Gungor, K., & Toraman, M. (2022). Evaluation of the compatibility of C2, C3, and C4 fractal dimension values with hand-wrist and cervical vertebra maturation methods in determining skeletal maturation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 51(7). doi:10.1259/dmfr.20220113
- Prabhu, R., Chatra, L., Shenoy, P., & Sharran, S. (2023). Accuracy of a population-specific model as compared to cameriere's Ita lian, Indian-Specific model for dental age estimation among children i n Dakshina Kannada, India: A cross-sectional study. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology*, 35(2), 236. doi:10.4103/jiaomr.jiaomr_346_22
- Pratyusha, K., Prasad, M. G., Radhakrishna, A. N., Saujanya, K., Raviteja, N. V. K., & Chandrasekhar, S. (2017). Applicability of Demirjian's method and modified Cameriere's methods for dental age assessment in children. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(2), ZC40.
- Rai, B., Kaur, J., Cingolani, M., Ferrante, L., & Cameriere, R. (2010). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: an Indian formula. *Int J Legal Med*, 124(3), 237–241. doi:10.1007/s00414-010-0427-7
- Ritz-Timme, S., Cattaneo, C., Collins, M., Waite, E., Schütz, H., Kaatsch, H.-J., & Bormann, H. (2000). Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practise. *International Journal of Legal Medicine*, 113(3), 129–136.
- Rivera, M., De Luca, S., Aguilar, L., Velandia Palacio, L. A., Galić, I., & Cameriere, R. (2017). Measurement of open apices in tooth roots in Colombian children as a tool for human identification in asylum and criminal proceedings. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 48, 9–14. doi:10.1016/j.jflm.2017.03.005
- Sakhdari, S., Mehralizadeh, S., Zolfaghari, M., & Madadi, M. (2015). Age estimation from pulp/tooth area ratio using digital panoramic radiography. *JIDAI*, 27(1), 1.
- Santana, S. A., Bethard, J. D., & Moore, T. L. (2017). Accuracy of dental age in nonadults: a comparison of two methods for age estimation using radiographs of developing teeth. *Journal of forensic sciences*, 62(5), 1320–1325.
- Santiago, B. M., Almeida, L., Cavalcanti, Y. W., Magno, M. B., & Maia, L. C. (2018). Accuracy of the third molar maturity index in assessing the legal age of 18 years: a systematic review and meta-analysis. *Int J Legal Med*, 132(4), 1167–1184. doi:10.1007/s00414-017-1766-4
- Saraç, F., Baydemir Kılınç, B., Çelikel, P., Büyüksefil, M., Yazıcı, M. B., & Şimşek Derelioğlu, S. (2024). Correlations between Dental Age, Skeletal Age, and Mandibular Morphologic Index Changes in Turkish Children in Eastern Anato-

- lia and Their Chronological Age during the Pubertal Growth Spurt Period: A Cross-Sectional Study. *Diagnostics*, 14(9), 887.
- Saunders, E. (1847). The teeth a test of age, considered with reference to the factory children. *The American Journal of Dental Science*, 7(4), 330.
- Saxena, S. (2011). Age estimation of Indian adults from orthopantomographs. *Brazilian oral research*, 25, 225–229.
- Scendoni, R., Cingolani, M., Tambone, V., & De Micco, F. (2023). Operational Health Pavilions in Mass Disasters: Lessons Learned from the 2023 Earthquake in Turkey and Syria. *Healthcare (Basel)*, 11(14). doi:10.3390/healthcare11142052
- Singaraju, S., & Sharada, P. (2009). Age estimation using pulp/tooth area ratio: A digital image analysis. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 1, 37.
- Soomer, H., Ranta, H., Lincoln, M. J., Penttilä, A., & Leibur, E. (2003). Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. *Journal of forensic sciences*, 48(1), 149–152.
- Suvarna, M., Lingam, S., Balla, S. B., Lakshmi Prasanna, N., Gayathri, C., Sai Tejaswi, B., . . . Cameriere, R. (2021). Measurement of the open apices of mandibular first and second premolars to test the chronological age over 14 years: Study on a sample of south Indian children. *Legal Medicine*, 49, 101835. doi:https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2020.101835
- Şahin, T. N., & Güleç, M. (2025). Evaluation of the Accuracy of Cameriere, Modified Cameriere and Willems and Blenkin-Evans Methods for Turkish Children. *International Dental Journal*, 75(1), 295–304.
- Taylor, J., & Blenkin, M. (2010). Age evaluation and odontology in the living. *Age Estimation in the Living: The Practitioners Guide*, 176–201.
- Tibet, E. E. (2017). Escaping exclusion. Confused moralities and Syrian unaccompanied minors' search for freedom in Turkey. *Movements. Journal for Critical Migration and Border Regime Studies*, 3(2).
- Ubelaker, D. H., & Grant, L. G. (1989). Human skeletal remains: Preservation or reburial? *American Journal of Physical Anthropology*, 32(S10), 249–287.
- Uğur Aydın, Z., & Bayrak, S. (2019). Relationship Between Pulp Tooth Area Ratio and Chronological Age Using Cone-beam Computed Tomography Images. *J Forensic Sci*, 64(4), 1096–1099. doi:10.1111/1556-4029.13986
- Uğuz, H. N., & Öge, S. Ç. (2022). Türk Popülasyonunda 18 Yaş Eşiğinin Belirlenmesi için Londra Atlas Tekniği ve Cameriere'nin 3. Molar Olgunluk İndeksi'nin (I3M) Uygulanabilirliğinin Karşılaştırılması. *Selcuk Dental Journal*, 9(2), 428–434.
- Unicef. (2025). Humanitarian Action for Children (HAC): Türkiye – The challenge. Retrieved from <https://www.unicef.org/turkiye/en/humanitarian-action-children-hac>
- Vila-Blanco, N., Varas-Quintana, P., Tomás, I., & Carreira, M. J. (2023). A systematic overview of dental methods for age assessment in living individuals: from

traditional to artificial intelligence-based approaches. *Int J Legal Med*, 137(4), 1117–1146. doi:10.1007/s00414-023-02960-z

Willems, G. (2001). A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology-JFOS*, 19(1), 9: 17–19: 17.

Yurdabakan, Z. Z., Karadayı, B., & Yetimoğlu, N. (2023). Evaluation of Third Molar Maturity Index by Cone Beam Computed Tomography in Legal Age Estimation: A Preliminary Study. *Am J Forensic Med Pathol*, 44(2), 103–110. doi:10.1097/paf.0000000000000809