

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ALANINDA GÜNCEL GELİŞMELER VE TEMATİK İNCELEMELER

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Alanında Güncel Gelişmeler ve Tematik İncelemeler

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım

Ekim, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN

978-625-8513-86-8

©copyright

Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118

web: www.platanuspublishing.com

e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Diyabetik Hastada Oral Cerrahi Sonrası Yara İyileşmesi: Patofizyoloji ve Klinik Yönetim	
İsmail Faruk Okumuş	
BÖLÜM 2.....	21
Maksillektomi Defektlerinde Zigomatik İmplantların Cerrahi Kullanımı: Endikasyonlar, Teknik İlkeler ve Komplikasyon Yönetimi	
Onur Engin Can	
BÖLÜM 3.....	41
Periapikal Cerrahiler ve Güncel Yaklaşımlar	
Ahmet Can Haskan	
Mustafa Salih Gürbüz	
BÖLÜM 4.....	51
Vestibüloplasti ve Güncel Yaklaşımlar	
Yunus Emre Demirci	
Meryem Taş Reyhanioğlu	
BÖLÜM 5.....	61
Ağız ve Çene Cerrahisinde Biyopsi Örneklerinde Kullanılan Fiksatifler ve Transport Solüsyonları	
Muhammed Said Altun	
Uzay Utku Yalman	
BÖLÜM 6.....	71
Dental İmplant Tedavisi Sonrası Yaşam Kalitesi ve Dental Estetiğin Psikososyal Etkileri: Hasta Bildirimli Sonuçların Değerlendirilmesi	
Mehmet Deniz	
Andaç Doğan	
BÖLÜM 7.....	95
Gömülü Maksiller Kaninlerde Dijital ve Yapay Zeka Destekli Tanı ve Tedavi Planlaması: Güncel Kanıtlar ve Sınırlılıklar	
Meyra Durmaz	
Mehmet Alp Eriş	

BÖLÜM 8.....109

İlaca Bağlı Çene Osteonekrozunda Güncel Yaklaşımlar

İsmail Burak Halat

Emre Can Çıralık

Şamil Esad Güven

BÖLÜM 9.....131

Guided Implant Surgery: Digital Planning and Clinical Execution

Emre Can Çıralık

Şamil Esad Güven

İsmail Burak Halat

BÖLÜM 1

**Diyabetik Hastada Oral Cerrahi
Sonrası Yara İyileşmesi:
Patofizyoloji ve Klinik Yönetim**

İsmail Faruk Okumuş¹

¹ Araş. Gör., Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş Ve Çene Cerrahisi
A.B.D., 0000-0002-2649-362X

1.Giriş

Diabetes mellitus, dünya genelinde hızla artan prevalansıya günümüzün en yaygın kronik metabolik hastalıklarından biridir. Diabetes mellitus, pankreatik β -hücrelerinin otoimmün yıkımı sonucu gelişen mutlak insülin eksikliğiyle karakterize Tip 1 diyabet ile insülin direnci ve göreceli insülin yetersizliğinin birlikte rol oynadığı, erişkin popülasyonda en sık görülen klinik form olan Tip 2 diyabet olmak üzere iki ana klinik formda sınıflandırılır (American Diabetes Association, 2014). Uluslararası Diyabet Federasyonu'nun (IDF) 2025 yılında yayımlanan 11. Diyabet Atlası'na göre, 2024 yılında 20-79 yaş aralığındaki 589 milyon yetişkin diyabetle yaşamakta olup, bu sayının 2050 yılına kadar 853 milyona ulaşması öngörülmektedir (Genitsaridi et al., 2026). Bu artış, oral ve maksillofasiyal cerrahi pratiğinde diyabetik hastalarla karşılaşma sıklığının da benzer şekilde artacağı anlamına gelmektedir.

Bu artan hasta popülasyonu ile karşılaşan klinisyenlerin, diyabetin ağız sağlığı üzerindeki çok yönlü etkilerinin farkında olması gerekmektedir. Diyabetli hastalarda diş kaybı, uzamış yara iyileşmesi, kserostomi, çürük, ağızda yanma hissi, liken planus ve hatta çene bakteriyel osteomyeliti gibi çeşitli ağız sağlığı sorunlarının görülme sıklığı artmıştır; bu durum çeşitli ağız hastalıklarının tedavisini zorlaştırabilmekte ve tedavi sonuçlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Genco & Borgnakke, 2020; Jimenez et al., 2012; López-Pintor et al., 2016; Lund Håheim et al., 2017; Otero Rey et al., 2019; Wang et al., 2019; Yap et al., 2021; Yoo et al., 2019). Bu sorunlar arasında özellikle yara iyileşmesindeki gecikme, cerrahi girişim gerektiren durumlarda klinik sonucu doğrudan belirleyen bir faktör olması nedeniyle ayrı bir önem taşımaktadır (Yang et al., 2022). Bu tablo içinde diş çekimi özel bir öneme sahiptir: ayaktan tedavi ortamında en sık uygulanan oral cerrahi işlem olmasının yanı sıra, diyabetli hastalarda periodontal hastalığa bağlı diş kaybının diyabetik olmayan bireylere kıyasla daha sık görülmesi nedeniyle bu popülasyonda daha da öne çıkmaktadır (Yoo et al., 2019).

Diyabet ile oral cerrahi sonrası yara iyileşmesi arasındaki bu yaygın ve klinik açıdan önemli ilişkiye rağmen, güncel yaklaşım hâlâ tartışmalı bir alandır; hangi glisemik eşiklerin cerrahiyi ertelemeyi gerektirdiği, antibiyotik profilaksisinin rutin olarak uygulanıp uygulanmaması gerektiği ve postoperatif takibin nasıl yapılandırılması gerektiği konularında klinisyenler arasında farklı uygulamalar sürmektedir. Bu bölümde, öncelikle diyabetik yara iyileşmesinin altında yatan patofizyolojik mekanizmalar ele alınacak; ardından preoperatif değerlendirme, perioperatif yönetim ve postoperatif komplikasyonlara ilişkin güncel kanıtlar sistematik bir çerçevede sunularak, klinik pratiğe yönelik kanıta dayalı öneriler geliştirilecektir.

2. Diyabette Yara İyileşmesinin Patofizyolojisi

Diyabetik hastalarda yara iyileşmesindeki gecikme, sık görülen ve klinik açıdan çok ciddi sonuçlar doğurabilen bir sorundur (Tsourdi et al., 2013). Bu

gecikme tek bir nedene değil, birbiriyle etkileşim hâlindeki birçok mekanizmaya dayanmaktadır; bunlar arasında aşırı oksidatif stres, kronik inflamasyon, azalmış anjiyogenez, anormal matriks metalloproteinaz aktivitesi ve anormal apoptoz oral cerrahi açısından öne çıkan başlıca mekanizmalardır (Y. Liu et al., 2021). Bu mekanizmalar izleyen bölümlerde oral cerrahi bağlamında ele alınacaktır.

Bu mekanizmalardan ilki, doku onarımı için gerekli oksijen ve besin taşınmasını doğrudan etkileyen anjiyogenez bozukluğudur. Hiperglisemi, hormon reseptörü dönüşümünü ve yeni damar oluşumunu (anjiyogenez) olumsuz etkilemektedir; bozulmuş anjiyogenez hem kemik formasyonunu hem de yara iyileşme hızını doğrudan etkilemektedir (Yang et al., 2022).

Anjiyogenezdeki bu bozulmanın yanı sıra, diyabetik yara iyileşmesini geciktiren bir diğer önemli mekanizma da bağışıklık sisteminin hiperglisemiden olumsuz etkilenmesidir. Diyabetik hastalarda bozulmuş immün yanıtın altında yatan mekanizmalar başlıca makrofaj ve granülositler gibi immün hücrelerle ilişkilidir. Yüksek glukoz düzeyleri makrofaj fonksiyonunu olumsuz etkilemekte; TNF- α , IL-6 ve IL-1 β gibi sitokinlerin salınımında dengesizliğe yol açmakta, ayrıca nötrofillerin inflamatuvar yanıt sırasında işlev görme kapasitesini bozmaktadır (Yang et al., 2022)

Diyabetik yaraların iyileşmeye dirençli doğası, matriks metalloproteinaz (MMP) aktivitesindeki bozulmayla da ilişkilidir.(Yang et al., 2022) Diyabetik yaralarda MMP-2 ve MMP-9 aktivitesindeki artış, ülser veya yanık kaynaklı zor iyileşen yaralarla benzerlik göstermektedir; yapılan çalışmalarda MMP-8'in apoptozu baskılayarak yara iyileşmesini desteklediği, buna karşılık MMP-9'un apoptozu teşvik ederek yaraların iyileşmesini güçleştirdiği gösterilmiştir (Chang & Nguyen, 2021; Gooyit et al., 2014; Neely et al., 2000). Ayrıca kronik diyabetik yaralar, yüksek düzeyde reaktif oksijen türleri (ROS), dengesiz M1 makrofaj polarizasyonu ve proinflamatuvar kemokinler nedeniyle kalıcı bir inflamasyon tablosuyla karakterizedir (S. Liu et al., 2020).

Bu moleküler ve hücrel mekanizmaların oral cerrahi pratiğindeki somut yansıması, diş çekimi socketinin iyileşme sürecinde gözlenmektedir. Diş çekimi socketindeki histolojik iyileşme süreci; kan pıhtısı, granülasyon dokusu oluşumuyla karakterize inflamasyon, örgü kemik formasyonu ile karakterize proliferasyon ve modelleme-yeniden şekillenme olmak üzere dört aşamalı bir süreçtir (de Sousa Gomes et al., 2019; Zhou et al., 2022). Osteojenik doku çoğalması ve trabeküler kemik formasyonunu takiben kemik olgunlaşması, çekimden sonraki 4-8. haftalar arasında gerçekleşmektedir (Devlin & Sloan, 2002; Takahashi et al., 2016). Bu sürecin diyabetli hastalarda yavaşladığına dair klinik kanıtlar da mevcuttur: Hindistan'da yürütülen prospektif bir gözlemsel çalışmada, diyabetli hastaların çekim socketi boyutunun postoperatif 7. günde diyabetik olmayan hastalara kıyasla anlamlı derecede daha büyük kaldığı (P=0,011), şişlik ve enfeksiyon gibi komplikasyonların da diyabetli grupta daha

sık görüldüğü bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmada, iyi kontrollü diyabetli hastalarda soketlerin kalıcı komplikasyon olmaksızın iyileştiği ve postoperatif ağrı deneyiminin gruplar arasında farklılık göstermediği de vurgulanmıştır (Gadicherla et al., 2020).

Burada özetlenen mikrovasküler, immünolojik ve moleküler mekanizmalar, diyabetik hastada oral cerrahi kararının neden yalnızca "diyabet var/yok" ayırımına değil, hastanın glisemik kontrol düzeyine dayandırılması gerektiğini göstermektedir; bu nedenle bir sonraki bölümde, cerrahi planlamayı doğrudan etkileyen preoperatif değerlendirme ilkeleri ele alınacaktır.

3. Preoperatif Değerlendirme

Diyabetes mellitusun tanı ve izleminde açlık plazma glukozu, 75 gramlık oral glukoz tolerans testi sırasında ölçülen 2. saat plazma glukozu, semptomatik hastalarda rastgele plazma glukozu ve glikozillenmiş hemoglobin (HbA1c) olmak üzere birden fazla biyobelirteç kullanılmaktadır (American Diabetes Association, 2014). Bu belirtilerler glukoz metabolizmasının farklı yönlerini yansıttığından, aynı hastada farklı sonuçlar verebilmektedir; ancak klinik pratikte, özellikle cerrahi planlama bağlamında, HbA1c son 2-3 aylık ortalama glisemik kontrolü yansıtmaması nedeniyle öne çıkmaktadır (Selvin, 2021). Diyabetli hastalarda invaziv dış hekimliği işlemleri öncesinde HbA1c düzeyinin ölçülmesinin önemi, güncel literatürde diyabet ve dış hekimliği derneklerinin kılavuzları temelinde giderek daha fazla vurgulanmaktadır; yükselmiş HbA1c düzeyleri ile dış çekimi, implantoloji, kemik augmentasyonu ve periodontoloji arasında çift yönlü bir ilişki bulunduğu dair kanıtlar bulunmaktadır (Végh et al., 2023).

Ancak bu ilişkinin, bireysel hastanın cerrahi sonrası iyileşme sürecini ne ölçüde öngörebildiği literatürde tartışmalıdır. 115 diyabetli hastanın dahil edildiği, gözlemci-kör prospektif bir çalışmada, çekim sonrası epitelizezyon hızının hastaların preoperatif kan glukozu düzeyi, HbA1c değeri veya hastalık geçmişine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği; iyileşmeyi öngören tek değişkenin işlem günündeki (0. gün) ve 7. gündeki soket boyutu olduğu bildirilmiştir (Aronovich et al., 2010). Benzer şekilde tip 2 diyabetli hastalarda yapılan başka bir çalışmada, kötü glisemik kontrol ve nötrofil disfonksiyonuna rağmen tüm hastalarda 60. günde soket epitelizezyonunun tam olarak tamamlandığı gösterilmiştir (Fernandes et al., 2015).

Bu tutarsız kanıt tablosuna rağmen, klinik pratikte belirsizliği azaltmak ve karar sürecini standartlaştırmak amacıyla somut glisemik eşikler kullanılmaya devam etmektedir; bu eşikler kesin bir iyileşme garantisi sunmasa da, riski sınıflandırmak için pratik bir çerçeve sağlamaktadır. Genel cerrahi düzeyde, Amerikan Diyabet Derneği'nin (ADA) 2026 kılavuzu ilk kez perioperatif döneme özgü somut hedefler tanımlamıştır: elektif cerrahi öncesindeki 3 ay içinde HbA1c değerinin %8'in altında olması, alternatif olarak 14 günlük glukoz yönetim

göstergesinin %8'in altında veya hedef aralıkta geçirilen sürenin %50'nin üzerinde olması önerilmektedir; perioperatif dönemde kan glukozunun ise 100-180 mg/dL aralığında tutulması hedeflenmektedir (American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes*, 2026). Bu hedefler, haftalar öncesinden başlayan genel bir cerrahi hazırlık sürecini tanımlamaktadır ve elektif işlemler için geçerlidir.

Oral cerrahi literatüründe ise bu genel çerçeveye ek olarak, işlem günü ölçülen kan glukozuna dayanan somut eşikler tanımlanmıştır. Bir derlemeye göre, elektif diş çekimi için açlık kan glukozunun 180 mg/dL'nin veya tokluk (öğünden 2 saat sonra ölçülen) kan glukozunun 200 mg/dL'nin altında olması güvenli kabul edilmektedir (de Bedout et al., 2018). Ertelenmesi mümkün olmayan acil diş çekimi durumlarında ise tokluk kan glukozunun 234 mg/dL'ye kadar olan değerlerde işlem yapılabilmesi (de Bedout et al., 2018), ancak bu durumda adrenalinsiz lokal anestezi kullanılması ve işlem sonrası 5 günlük amoksisilin profilaksisi uygulanması gerektiği belirtilmektedir (Byakodi et al., 2017; Gazal, 2020). Açlık kan glukozunun 240 mg/dL'yi aşması, diyabetin kontrolden çıktığına işaret eden uyarı bulgularının (el/ayaklarda karıncalanma, bulantı, kusma, ishal, baş dönmesi) ortaya çıkabileceği kritik bir eşik olarak tanımlanmaktadır (Estrich et al., 2019); bu düzeyde yapılan bir acil çekimin ciddi enfeksiyon ve gecikmiş soke ile iyileşmesiyle sonuçlanabileceği bildirilmektedir (Gazal, 2020). Öte yandan sıkı kontrollü diyabetli hastalarda (kan glukozu <70 mg/dL) hipoglisemi riski göz önünde bulundurulmalıdır (Gazal, 2020). Bu denli çok sayıda eşik değerinin varlığı, karar sürecinin çoğu zaman diş hekiminin tek başına yönetebileceği bir alan olmadığını, kötü kontrollü vakalarda hastanın dahiliye hekimiyle koordineli bir yaklaşım gerektirdiğini göstermektedir. Ancak bu koordinasyonun etkili olması, yalnızca konsültasyonun istenip istenmediğine değil, ne zaman istendiğine de bağlıdır.

Tablo 1: Diyabetli Hastada Oral Cerrahi Öncesi ve Sırasında Kullanılan Glisemik Eşik Değerleri

Klinik Senaryo	Eşik Değer	Klinik Yaklaşım / Not
Elektif cerrahi hazırlığı (ADA 2026, genel cerrahi düzeyinde)	HbA1c <%8 (son 3 ay) veya 14 günlük GMI <%8 ya da TIR >%50	Elektif işlem için hedeflenen 3 aylık kontrol düzeyi; cerrahi hazırlığın haftalar önce başlaması önerilir
Perioperatif dönemde hedeflenen kan glukozu	100–180 mg/dL	ADA 2026 kılavuzunun genel perioperatif hedef aralığı
Elektif diş çekimi (işlem günü)	AKŞ <180 mg/dL veya TKŞ <200 mg/dL	Güvenli kabul edilen düzey; rutin protokolle işleme devam edilebilir
Ertelenemeyen acil diş çekimi	TKŞ ≤234 mg/dL	Adrenalinsiz lokal anestezi + postoperatif 5 günlük amoksisilin profilaksisi önerilir
Kritik hiperglisemi eşiği	AKŞ >240 mg/dL	Kontrolden çıkmış diyabet bulguları riski; acil çekim ciddi enfeksiyon/gecikmiş iyileşme ile sonuçlanabilir
Hipoglisemi riski	<70 mg/dL	Sıkı kontrollü hastalarda işlem sırasında gözetilmesi gereken risk

AKŞ: açlık kan şekeri; TKŞ: tokluk (öğünden 2 saat sonra) kan şekeri; GMI: glukoz yönetim göstergesi; TIR: hedef aralıkta geçirilen süre (American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes*, 2026; Byakodi et al., 2017; de Bedout et al., 2018; Estrich et al., 2019; Gazal, 2020).

Kötü kontrollü diyabetli hastalarda (HbA1c >%8) preoperatif tıbbi değerlendirmenin zamanlamasını inceleyen bir çalışmada, cerrahiden 10 günden daha kısa süre önce yapılan değerlendirmenin, 10 günden daha uzun süre önce yapılabileceğine kıyasla işlem günü glukoz düzeyinin %18 daha yüksek olmasıyla ilişkili olduğu bulunmuştur; buna karşın dahiliye konsültasyonunun varlığı tek başına işlem günü glukoz düzeyiyle anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Bu bulgu, glisemik kontrolün iyileştirilmesi için yeterli sürenin tanınmasının, konsültasyonun

kendisinden daha belirleyici olabileceğini düşündürmektedir; bu nedenle, elektif oral cerrahi planlanan kötü kontrollü diyabetli hastalarda değerlendirmenin işlemten en az 10 gün önce yapılması önerilebilir (Patel et al., 2016).

Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, diyabetli hastada oral cerrahi kararının tek bir sayısal eşığa değil, çok boyutlu bir değerlendirmeye dayandırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. HbA1c ve işlem-günü kan glukozu düzeyleri, bireysel iyileşme sonucunu kesin olarak öngörmese de, riski sınıflandırmak ve karar sürecini standartlaştırmak için pratik birer araç olarak değerlerini korumaktadır. İyi kontrollü hastalarda (HbA1c <%8, kan glukozu önerilen aralıklarda) elektif oral cerrahi işlemler güvenle uygulanabilirken, kötü kontrollü hastalarda (HbA1c >%8-9, tekrarlayan hiperglisemi atakları) cerrahiyi geciktirip glisemik kontrolü iyileştirmek ve bunu yaparken hastanın dahiliye hekimiyle yeterli süre tanıyarak koordine olmak daha güvenli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

4. Perioperatif Yönetim

Diyabetli hastada perioperatif yönetim, cerrahi stresin kendisinin glisemik dengeyi bozabileceği gerçeğinden hareketle planlanmalıdır; cerrahi stres, kortizol ve katekolamin salınımını artırarak geçici bir hiperglisemik tabloya yol açabilmektedir. Bu nedenle perioperatif yönetimin temel bileşenleri; atravmatik cerrahi teknik, antibiyotik kullanımına ilişkin kanıta dayalı karar verme ve işlem günü glisemik takipten oluşmaktadır.

Cerrahi tekniğin kendisi, doku travmasını sınırlayarak bu stres yanıtının şiddetini azaltabilecek doğrudan bir müdahale noktasıdır. Yüksek glisemik düzeye sahip hastalarda cerrahi planlama, bireysel değerlendirme ve hastanın motivasyonuna gereken önemin verilmesiyle yapılmalıdır; bu durumda en minimal invaziv ve dokuyu koruyucu cerrahi teknik gerekli görülmektedir (Végh et al., 2023). Nitekim daha invaziv bir girişim olan sinüs lifti tekniğinin, diyabetli hastalarda postoperatif komplikasyon olasılığını artırdığı bildirilmekte; bu nedenle sinüs liftinden kaçınmak amacıyla daha kısa implantların kullanılması gibi daha az invaziv alternatiflerin tercih edilmesi önerilmektedir (Nguyen et al., 2019). Bu ilke işlemin invazivliğini azaltmanın diyabetli hastada iyileşmeyi kolaylaştırabileceği düşüncesi diş çekimi gibi diğer oral cerrahi işlemlerde de atravmatik teknik ve doku travmasını en aza indirme çabasının gerekçesini oluşturmaktadır.

Cerrahi teknik kadar tartışmalı bir diğer konu, antibiyotik profilaksisi kararıdır; burada geleneksel klinik alışkanlıklar güncel kanıtlarla giderek daha fazla sorgulanmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Gaziler İdaresi sağlık sistemi verilerine dayanan, 385.880 diş çekimi vakasını kapsayan geniş ölçekli bir retrospektif kohort çalışmasında, diyabetin antibiyotik profilaksisi ile postoperatif komplikasyon ilişkisini anlamlı şekilde değiştiren bir faktör olduğu saptanmıştır: diyabetik olmayan hastalarda profilaksinin komplikasyon riskinde

artışla ilişkili bulunmasına karşın, diyabetik hastalarda profilaksinin anlamlı bir koruyucu etkisi gösterilememiştir (McGregor et al., 2024). Bu bulguyu destekler nitelikte, diyabetli hastalarda tekli basit diş çekimlerinde antibiyotik ile plasebo karşılaştırmasının yapıldığı randomize kontrollü bir çalışmada, her iki grupta da alveolit, lokal veya sistemik enfeksiyon gelişmediği, hiçbir hastanın ek tedavi veya hastane başvurusuna gerek duymadığı bildirilmiştir (Garcia-Blanco et al., 2025). Bu sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, iyi kontrollü diyabetli hastalarda basit çekimler öncesinde rutin antibiyotik kullanımının otomatik bir gereklilik olmadığı görülmektedir; bununla birlikte kötü kontrollü diyabet, aktif enfeksiyon veya daha kompleks cerrahi girişimler söz konusu olduğunda klinik karar bireyselleştirilmelidir.

Perioperatif yönetimin son bileşeni, işlem günü uygulanacak pratik glisemik takip önlemleridir. Hipoglisemi riskini azaltmak amacıyla sabah saatlerinde randevu planlanması önerilmektedir; bu, stres kaynaklı hipoglisemi riskini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. İşlem öncesinde kan glukoz sribi ile ölçüm yapılması, sıkı kontrollü hastalarda işlem sırasında hipoglisemi gelişme riskine karşı önemlidir. Hastanın normal öğün ve ilaç düzenini koruması, lokal anestezi veya sedasyon altındaki tedavinin öğün saatleriyle uyumlu planlanması önerilmektedir (Byakodi et al., 2017; Gazal, 2020). Tüm bu perioperatif önlemlere rağmen, diyabetli hastada postoperatif dönemde belirli komplikasyonların ortaya çıkma olasılığı göz ardı edilmemelidir.

5. Postoperatif Komplikasyonlar ve Yönetimi

Diyabetli hastada postoperatif dönemde en sık dile getirilen endişe, çekim soketinin diyabetik olmayan hastalara kıyasla daha yavaş iyileşmesi ve bunun komplikasyon riskini artırabileceği düşüncesidir. Bu endişe tamamen yersiz değildir: 72 hastalık yakın tarihli bir karşılaştırmalı çalışmada, diyabetli hastalarda soket boyutunun 7. günde diyabetik olmayan hastalara kıyasla anlamlı derecede daha az küçüldüğü ve postoperatif ağrının anlamlı derecede daha yüksek seyrettiği gösterilmiştir; şişlik, enfeksiyon ve akıntı gibi komplikasyonlar da diyabetli grupta daha sık görülmüş, ancak bu fark istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır (Alqarni, 2025). Bununla birlikte literatür, bu gecikmenin genellikle sınırlı ve kendini sınırlayan bir süreç olduğunu da göstermektedir: Aronovich ve ark. epitelizezyon hızının preoperatif kan glukozu veya HbA1c düzeyiyle ilişkili bulunmadığını (Aronovich et al., 2010); Fernandes ve ark. ise kötü glisemik kontrol bulunan hastalarda dahi 60. günde tüm hastalarda soket epitelizezyonunun tam olarak tamamlandığını bildirmiştir (Fernandes et al., 2015). Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, diyabetli hastada beklenen klinik seyrin genellikle 'daha yavaş, daha ağrılı ama sonunda tam iyileşen' bir süreç olduğunu, kalıcı veya ilerleyici bir iyileşme yetersizliğinin normal beklenti olmadığını göstermektedir. Bu genel olarak olumlu seyrin istisnası, cerrahi stresin kendisinin glisemik dengeyi geçici olarak bozabileceği durumlardır.

Cerrahi, anestezi ve altta yatan hastalığın yarattığı stres yanıtı; kortizol, glukagon, büyüme hormonu ve katekolaminler gibi kontrregülatuar hormonların salınımını artırır. Bu durum insülin salınımını azaltır (Himes et al., 2020), periferik glukoz kullanımını bozar ve sonuçta geçici bir hiperglisemiye yol açabilir (Dogra et al., 2024). Bu geçici hiperglisemi, kendisi de yara iyileşmesini ve immün fonksiyonu olumsuz etkileyerek bir kısır döngü oluşturabilir: cerrahi stres → hiperglisemi → bozulmuş immün yanıt → enfeksiyon riskinde artış → enfeksiyonun kendisinin yarattığı ek stres yanıtıyla hiperglisemi düzeyinin daha da yükselmesi. Bu nedenle postoperatif dönemde hastanın kendi kan şekeri takibini sürdürmesi ve olağandışı bir yükselme fark ettiğinde dahiliye hekimiyle iletişime geçmesi önerilir.

Hastanın kendi takibinin yanı sıra, klinisyen tarafından yapılandırılmış bir postoperatif takip de güvenli bir iyileşme sürecinin parçasıdır. Diyabetli hastalarda oral komplikasyonların erken saptanması ve tedavisi amacıyla sık kontrol randevularının planlanması önerilmektedir (Vernillo, 2003). Basit tekli çekimler dışındaki daha kapsamlı periodontal veya oral cerrahi işlemler sonrasında, hastaya postoperatif dönemde beslenme konusunda bilgilendirme yapılması ve bu bilgilendirmenin hastanın hekimi ve diyetisyeniyle koordineli şekilde belirlenmesi önerilmektedir; böylece toplam kalori alımı ve karbonhidrat-protein-yag oranının sabit tutularak glisemik kontrolün korunması hedeflenir (Vernillo, 2003). Klinisyenin, kalıcı veya ilerleyici ağrı, şişlik, akıntı veya ateş gibi enfeksiyon bulgularına karşı düşük bir müdahale eşiği benimsemesi ve şüpheli durumlarda hastayı erken değerlendirmesi önerilir (Vernillo, 2003).

6. Sonuç ve Klinik Öneriler

Bu bölümde ele alınan bulgular bir arada değerlendirildiğinde, diabetes mellitusun oral cerrahi sonrası yara iyileşmesi üzerinde gerçek ve ölçülebilir bir etkisinin bulunduğu, ancak bu etkinin mutlak bir cerrahi kontrendikasyon oluşturmadığı görülmektedir. Mikrovasküler perfüzyon bozukluğu, immün yanıt yetersizliği ve moleküler düzeydeki inflamatuvar dengesizlikler, diyabetli hastada çekim soketi iyileşmesini yavaşlatabilen gerçek patofizyolojik mekanizmalardır; ancak klinik veriler, bu gecikmenin genellikle sınırlı kaldığını ve sonunda tam iyileşmeyle sonuçlandığını göstermektedir. Preoperatif değerlendirmede HbA1c ve kan glukozu düzeyleri, kesin bir iyileşme garantisi sunmasa da, riski sınıflandırmak için pratik birer araç olarak değerlerini korumaktadır; bu değerlendirme, hasta hekimiyle zamanında ve koordineli bir işbirliğiyle desteklendiğinde en etkili sonucu vermektedir. Perioperatif dönemde atravmatik cerrahi teknik ve kanıta dayalı antibiyotik kararı, iyileşme sürecini destekleyen temel unsurlardır. Postoperatif dönemde ise hem hastanın kendi glisemik takibini sürdürmesi hem de klinisyenin yapılandırılmış bir kontrol protokolü uygulaması, olası komplikasyonların erken saptanmasını sağlar. Sonuç olarak, diyabetli hastada güvenli bir oral cerrahi uygulaması; bireyselleştirilmiş preoperatif

değerlendirme, dikkatli cerrahi teknik ve uygun postoperatif takibin bir arada yürütülmesine dayanmaktadır. Bununla birlikte, mevcut kanıt tabanının büyük ölçüde basit diş çekimlerine odaklandığı, daha invaziv oral cerrahi girişimlerde (kist cerrahisi, gömülü diş çekimi, implant cerrahisi) yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmalara duyulan ihtiyacın sürdüğü göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKÇA

- Alqarni, M. S. (2025). Assessment of healing dynamics in dental extraction sockets among non-diabetic, prediabetic, and type 2 diabetic patients: a comparative clinical investigation. *PeerJ*, 13, e20361. <https://doi.org/10.7717/peerj.20361>
- American Diabetes Association. (2014). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 37 Suppl 1, S81–S90. <https://doi.org/10.2337/dc14-S081>
- American Diabetes Association Professional Practice Committee for Diabetes*. (2026). 16. Diabetes Care in the Hospital: Standards of Care in Diabetes-2026. *Diabetes Care*, 49(Supplement_1), S339–S355. <https://doi.org/10.2337/dc26-S016>
- Aronovich, S., Skope, L. W., Kelly, J. P. W., & Kyriakides, T. C. (2010). The relationship of glycemic control to the outcomes of dental extractions. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 68(12), 2955–2961. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.05.006>
- Byakodi, S., Gurjar, V., & Soni, S. (2017). Glucose Levels and Hemodynamic Changes in Patients submitted to Routine Dental Extraction under Local Anesthesia with and without Adrenaline. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(1), 57–59. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1989>
- Chang, M., & Nguyen, T. T. (2021). Strategy for Treatment of Infected Diabetic Foot Ulcers. *Accounts of Chemical Research*, 54(5), 1080–1093. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.0c00864>
- de Bedout, T., Kramer, K., Blanchard, S., Hamada, Y., Eckert, G. J., Maupome, G., & John, V. (2018). Assessing the Medical Emergency Preparedness of Dental Faculty, Residents, and Practicing Periodontists: An Exploratory Study. *Journal of Dental Education*, 82(5), 492–500. <https://doi.org/10.21815/JDE.018.058>
- de Sousa Gomes, P., Daugela, P., Poskevicius, L., Mariano, L., & Fernandes, M. H. (2019). Molecular and Cellular Aspects of Socket Healing in the Absence and Presence of Graft Materials and Autologous Platelet Concentrates: a Focused Review. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 10(3), e2. <https://doi.org/10.5037/jomr.2019.10302>
- Devlin, H., & Sloan, P. (2002). Early bone healing events in the human extraction socket. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 31(6), 641–645. <https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0292>

- Dogra, P., Anastasopoulou, C., & Jialal, I. (2024). Diabetic Perioperative Management. I: *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31082009>
- Estrich, C. G., Araujo, M. W. B., & Lipman, R. D. (2019). Prediabetes and Diabetes Screening in Dental Care Settings: NHANES 2013 to 2016. *JDR Clinical and Translational Research*, 4(1), 76–85. <https://doi.org/10.1177/2380084418798818>
- Fernandes, K. S., Glick, M., de Souza, M. S., Kokron, C. M., & Gallottini, M. (2015). Association between immunologic parameters, glycemic control, and postextraction complications in patients with type 2 diabetes. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 146(8), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.02.014>
- Gadicherla, S., Smriti, K., Roy, S., Pentapati, K.-C., Rajan, J., & Walia, A. (2020). Comparison of Extraction Socket Healing in Non-Diabetic, Prediabetic, and Type 2 Diabetic Patients. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 12, 291–296. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S264196>
- Garcia-Blanco, M., Nuñez, T., Gualtieri, A. F., Stolbizer, F., & Puia, S. A. (2025). Randomized controlled trial comparing antibiotics to placebo for single simple dental extractions in diabetic patients. *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL*, 38(1), 82–90. <https://doi.org/10.54589/aol.38/1/82>
- Gazal, G. (2020). Management of an emergency tooth extraction in diabetic patients on the dental chair. *The Saudi Dental Journal*, 32(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.07.004>
- Genco, R. J., & Borgnakke, W. S. (2020). Diabetes as a potential risk for periodontitis: association studies. *Periodontology* 2000, 83(1), 40–45. <https://doi.org/10.1111/prd.12270>
- Genitsaridi, I., Salpea, P., Salim, A., Sajjadi, S. F., Tomic, D., James, S., Thirunavukkarasu, S., Issaka, A., Chen, L., Basit, A., Luk, A. O. Y., Ma, R. C. W., Mbanya, J.-C., Ramachandran, A., Wild, S. H., Duncan, B. B., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2026). 11th edition of the IDF Diabetes Atlas: global, regional, and national diabetes prevalence estimates for 2024 and projections for 2050. *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 14(2), 149–156. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(25\)00299-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(25)00299-2)
- Gooyit, M., Peng, Z., Wolter, W. R., Pi, H., Ding, D., Hesek, D., Lee, M., Boggess, B., Champion, M. M., Suckow, M. A., Mobashery, S., & Chang, M. (2014). A chemical biological strategy to facilitate diabetic wound healing. *ACS Chemical Biology*, 9(1), 105–110. <https://doi.org/10.1021/cb4005468>
- Himes, C. P., Ganesh, R., Wight, E. C., Simha, V., & Liebow, M. (2020). Perioperative Evaluation and Management of Endocrine Disorders. *Mayo*

- Jimenez, M., Hu, F. B., Marino, M., Li, Y., & Joshipura, K. J. (2012). Type 2 diabetes mellitus and 20 year incidence of periodontitis and tooth loss. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 98(3), 494–500. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.09.039>
- Liu, S., Zhang, Q., Yu, J., Shao, N., Lu, H., Guo, J., Qiu, X., Zhou, D., & Huang, Y. (2020). Absorbable Thioether Grafted Hyaluronic Acid Nanofibrous Hydrogel for Synergistic Modulation of Inflammation Microenvironment to Accelerate Chronic Diabetic Wound Healing. *Advanced Healthcare Materials*, 9(11), e2000198. <https://doi.org/10.1002/adhm.202000198>
- Liu, Y., Liu, Y., Deng, J., Li, W., & Nie, X. (2021). Fibroblast Growth Factor in Diabetic Foot Ulcer: Progress and Therapeutic Prospects. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 744868. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.744868>
- López-Pintor, R. M., Casañas, E., González-Serrano, J., Serrano, J., Ramírez, L., de Arriba, L., & Hernández, G. (2016). Xerostomia, Hyposalivation, and Salivary Flow in Diabetes Patients. *Journal of Diabetes Research*, 2016, 4372852. <https://doi.org/10.1155/2016/4372852>
- Lund Håheim, L., Rønningen, K. S., Enersen, M., & Olsen, I. (2017). The Predictive Role of Tooth Extractions, Oral Infections, and hs-C-Reactive Protein for Mortality in Individuals with and without Diabetes: A Prospective Cohort Study of a 12 1/2-Year Follow-Up. *Journal of Diabetes Research*, 2017, 9590740. <https://doi.org/10.1155/2017/9590740>
- McGregor, J. C., Wilson, G. M., Gibson, G., Jurasic, M. M., Evans, C. T., & Suda, K. J. (2024). The effect of antibiotic premedication on postoperative complications following dental extractions. *Journal of Public Health Dentistry*, 84(4), 343–350. <https://doi.org/10.1111/jphd.12634>
- Neely, A. N., Clendening, C. E., Gardner, J., & Greenhalgh, D. G. (2000). Gelatinase activities in wounds of healing-impaired mice versus wounds of non-healing-impaired mice. *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*, 21(5), 395–402. <https://doi.org/10.1097/00004630-200021050-00001>
- Nguyen, T. T. H., Eo, M. Y., Cho, Y. J., Myoung, H., & Kim, S. M. (2019). 7-mm-long dental implants: retrospective clinical outcomes in medically compromised patients. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 45(5), 260–266. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2019.45.5.260>
- Otero Rey, E. M., Yáñez-Busto, A., Rosa Henriques, I. F., López-López, J., & Blanco-Carrión, A. (2019). Lichen planus and diabetes mellitus: Systematic review and meta-analysis. *Oral Diseases*, 25(5), 1253–1264. <https://doi.org/10.1111/odi.12977>

- Patel, S. I., Thompson, B. M., McLemore, R. Y., Temkit, M. 'hamed, Schlinkert, R. T., Apsey, H. A., & Cook, C. B. (2016). Relationship between the timing of preoperative medical visits and day-of-surgery glucose in poorly controlled diabetes. *Future Science OA*, 2(2), FSO123. <https://doi.org/10.4155/fsoa-2016-0009>
- Selvin, E. (2021). Hemoglobin A-Using Epidemiology to Guide Medical Practice: Kelly West Award Lecture 2020. *Diabetes Care*, 44(10), 2197–2204. <https://doi.org/10.2337/dci21-0035>
- Takahashi, S., Kikuchi, R., Ambe, K., Nakagawa, T., Takada, S., Ohno, T., & Watanabe, H. (2016). Lymphangiogenesis and NOS Localization in Healing Process after Tooth Extraction in Akita Mouse. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 57(3), 121–131. <https://doi.org/10.2209/tdcpublication.2016-0600>
- Tsourdi, E., Barthel, A., Rietzsch, H., Reichel, A., & Bornstein, S. R. (2013). Current aspects in the pathophysiology and treatment of chronic wounds in diabetes mellitus. *BioMed Research International*, 2013, 385641. <https://doi.org/10.1155/2013/385641>
- Végh, D., Bencze, B., Banyai, D., Vegh, A., Rózsa, N., Nagy Dobó, C., Biczo, Z., Kammerhofer, G., Ujpal, M., Díaz Agurto, L., Pedrinaci, I., Peña Cardelles, J. F., Magrin, G. L., Padhye, N. M., Mente, L., Payer, M., & Hermann, P. (2023). Preoperative HbA1c and Blood Glucose Measurements in Diabetes Mellitus before Oral Surgery and Implantology Treatments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6). <https://doi.org/10.3390/ijerph20064745>
- Vernillo, A. T. (2003). Dental considerations for the treatment of patients with diabetes mellitus. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 134 Spec No, 24S – 33S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0366>
- Wang, Y., Xing, L., Yu, H., & Zhao, L. (2019). Prevalence of dental caries in children and adolescents with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 19(1), 213. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0903-5>
- Yang, S., Li, Y., Liu, C., Wu, Y., Wan, Z., & Shen, D. (2022). Pathogenesis and treatment of wound healing in patients with diabetes after tooth extraction. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 949535. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.949535>
- Yap, S. D., Hamblin, P. S., Bach, L., Ekinci, E., & Wong, R. (2021). Sodium glucose co-transporter-2 inhibitor-induced diabetic ketoacidosis following tooth extraction: improving awareness among dental practitioners. *Australian Dental Journal*, 66(4), 444–447. <https://doi.org/10.1111/adj.12872>
- Yoo, J.-J., Kim, D.-W., Kim, M.-Y., Kim, Y.-T., & Yoon, J.-H. (2019). The effect of diabetes on tooth loss caused by periodontal disease: A nationwide

population-based cohort study in South Korea. *Journal of Periodontology*, 90(6), 576–583. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0480>

Zhou, S., Li, G., Zhou, T., Zhang, S., Xue, H., Geng, J., Liu, W., & Sun, Y. (2022). The role of IFT140 in early bone healing of tooth extraction sockets. *Oral Diseases*, 28(4), 1188–1197. <https://doi.org/10.1111/odi.13833>

BÖLÜM 2

**Maksillektomi Defektlerinde Zigomatik
İmplantların Cerrahi Kullanımı: Endikasyonlar,
Teknik İlkeler ve Komplikasyon Yönetimi**

Onur Engin Can¹

¹ Uzm. Dt., Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Uzmanı, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0009-0000-7326-4742

1. Giriş

Maksillektomi; malign neoplazmlar, lokal agresif benign lezyonlar ve seçilmiş enfeksiyöz patolojilerin tedavisinde gerekli olabilen ablativ bir cerrahi girişimdir ve maksillofasial yapılarda geniş, üç boyutlu doku defektlerinin oluşmasına neden olabilir. (James S Brown & Shaw, 2010) Rezeksiyonun kapsamına bağlı olarak oral ve nazal kaviteler arasındaki anatomik bütünlük bozulabilir; buna bağlı olarak çiğneme, yutma ve konuşma fonksiyonlarının yanı sıra orta yüz projeksiyonu ve yumuşak doku desteğinde de belirgin kayıplar meydana gelebilir (James S Brown & Shaw, 2010; Hackett, El-Wazani, & Butterworth, 2021). Maksillektomi sonrası rekonstrüksiyonun güçlük düzeyi yalnızca rezeke edilen maksiller dokunun miktarıyla değil; defektin horizontal ve vertikal yayılımı, orbital yapıların tutulumu ve zigomatik kemiğin ne ölçüde korunduğuyla da ilişkilidir. Bu nedenle defektin sınıflandırılması, kalan kemik anatomisi ve rekonstrüksiyonda kullanılabilecek cerrahi ankraj alanlarıyla birlikte değerlendirilmelidir (James S Brown & Shaw, 2010; Hackett vd., 2021).

Maksiller rezeksiyon sonrası alveoler ve palatal kemik desteğinin kısmen veya tamamen kaybedilmesi, konvansiyonel dental implantların uygulanabilirliğini belirgin ölçüde kısıtlayabilmektedir (Hackett vd., 2021; Schmidt, Pogrel, Young, & Sharma, 2004). Zigomatik implantlar, rezeksiyon sahasının dışında kalan zigomatik kemikten stabil ankraj sağlanmasına olanak tanıyarak ileri düzey kemik kaybı bulunan olgularda alternatif bir cerrahi yaklaşım sunmaktadır (Aparicio vd., 2014; Butterworth, 2019). Maksiller ablasyon sonrası zigomatik implantların kullanımına ilişkin erken klinik seriler, bu yaklaşımın subtotal ve totale yakın maksillektomi defektlerinde uygulanabilir olduğunu ortaya koymuştur. Schmidt ve ark. (2004) dokuz hastayı içeren serisinde toplam 28 zigomatik implant yerleştirilmiş; implant uygulamasının zamanlaması, tümör rezeksiyonu ile eş zamanlı yerleştirmeden rezeksiyon sonrası 3,2 yıla kadar değişkenlik göstermiştir. Bununla birlikte, onkolojik maksillektomi olgularında görülebilen düzensiz defekt anatomisi, cerrahi skar dokusu, yetersiz yumuşak doku örtüsü ve radyoterapi öyküsü, zigomatik implant uygulamasını anatomik bütünlüğü korunmuş ileri atrofik maksilladaki uygulamalardan belirgin biçimde farklılaştırmaktadır (Hackett vd., 2021). Bu hasta grubunda cerrahi planlama; implant uzunluğunun belirlenmesiyle sınırlı olmayıp giriş noktası, kemik içi doğrultu, zigomatik ankraj miktarı, implantın oral çıkış bölgesi ve komşu anatomik yapıların birlikte değerlendirilmesini gerektirir (Aparicio vd., 2014; Hackett vd., 2021).

Zigomatik implantların yerleştirilmesi, tümör rezeksiyonu ile eş zamanlı olarak primer biçimde gerçekleştirilebileceği gibi, onkolojik tedavi sürecinin tamamlanmasının ardından sekonder bir cerrahi girişim olarak da uygulanabilmektedir (Butterworth, 2019). Primer implant yerleştirilmesi, radyoterapiye bağlı doku değişiklikleri ve cerrahi skar oluşmadan önce zigomatik

kemiğe erişim avantajı sağlayabilir. Bununla birlikte bu yaklaşım; rezeksiyon sınırları, hastalığın prognozu ve planlanan adjuvan tedaviler göz önünde bulundurularak her hasta için bireysel olarak değerlendirilmelidir (Hackett vd., 2021) Butterworth ve ark. (2019) 49 hasta ve 131 zigomatik implantı içeren prospektif çalışmada, implant sağkalım oranları 12. ayda %94, 60. ayda ise %92 olarak raporlanmıştır. Ayrıca hasta grubunun yaklaşık yarısının implant uygulamasından önce veya sonra radyoterapi aldığı bildirilmiştir. Baş-boyun kanseri hastalarını değerlendiren 2026 tarihli sistematik derleme ve meta-analizde, zigomatik implantların genel sağkalım oranı %97 olarak bildirilmiştir. İmplant başarısızlığı ise primer yerleştirme yapılan olgularda %2, sekonder uygulamalarda %9 olarak raporlanmıştır (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

Yüksek implant sağkalım oranlarına karşın, cerrahi süreç çeşitli komplikasyonlarla ilişkili olabilmektedir. Sinüzit, yumuşak doku enfeksiyonu ve dehisensi, oroantral fistül, duyuşal değişiklikler ile komşu anatomik yapıların yaralanması bildirilen başlıca komplikasyonlar arasındadır (Chrcanovic, Albrektsson, & Wennerberg, 2016). Maksillektomi sonrası anatomik sınırların değişmesi, uygun implant doğrultusunun belirlenmesini ve implant çevresinde yeterli yumuşak doku örtüsünün oluşturulmasını güçleştirebilir. Bu nedenle komplikasyon riskinin azaltılmasında uygun hasta seçimi, kesitsel radyolojik değerlendirme, yeterli cerrahi ekspozisyon ve kontrollü osteotomi uygulanması temel öneme sahiptir (Aparicio vd., 2014; Hackett vd., 2021). Bu bölümün amacı, maksillektomi defektlerinde zigomatik implantların cerrahi kullanımına ilişkin endikasyonları, hasta seçimini, klasik cerrahi tekniğin temel basamaklarını, yerleştirme zamanlamasını ve komplikasyonların yönetimini güncel literatür doğrultusunda cerrahi bir bakış açısıyla değerlendirmektir

2. Maksillektomi Defektlerinin Değerlendirilmesi

Maksillektomi defektinin değerlendirilmesinde ilk basamak, primer patolojinin ve daha önce uygulanan tedavilerin ayrıntılı olarak belirlenmesidir (Vega, Gielincki, & Fernandes, 2013). Rezeksiyonun zamanlaması ve cerrahi sınırları ile önceki rekonstrüktif girişimler ve radyoterapi öyküsü, cerrahi planlama ve implant uygulama zamanının belirlenmesinde etkili olabilmektedir (Andrades, Militsakh, Hanasono, Rieger, & Rosenthal, 2011). Aktif enfeksiyon varlığı, yara iyileşmesinin tamamlanma durumu ve olası hastalık rekürrensine ilişkin bulgular cerrahi girişim öncesinde dikkatle değerlendirilmelidir (Salvatori vd., 2017). Klinik değerlendirmede defektin oral kavite, nazal kavite ve maksiller sinüs ile anatomik ilişkisi ortaya konulmalıdır. Ayrıca rezidüel dentisyonun durumu, yumuşak damak bütünlüğü, skar dokusunun varlığı, ağız açıklığı ve mukozal örtünün niteliği ayrıntılı olarak incelenmelidir (Bidra, Jacob, & Taylor, 2012). Orbital yapılar, nazal kompleks veya yüz derisinin rezeksiyon kapsamına

dahil olması, rekonstrüktif cerrahinin karmaşıklığını ve teknik güçlüğü artırılmaktadır (Cordeiro & Santamaria, 2000).

Brown sınıflamasının ilk versiyonunda maksillektomi defektleri, vertikal uzanımlarına göre dört ana sınıfta tanımlanmıştır. Sınıflandırma, oronazal iletişimin varlığı ve orbital yapıların etkilenme düzeyi temel alınarak artan defekt şiddetini yansıtacak şekilde düzenlenmiştir (J. S. Brown, Rogers, McNally, & Boyle, 2000). Güncellenmiş Brown sınıflamasında orbitomaksiller defektler Sınıf V, nazomaksiller defektler ise Sınıf VI olarak kategorize edilmiştir (James S Brown & Shaw, 2010). Horizontal defekt uzanımı, Brown ve Shaw (2010) tarafından a–d alt grupları şeklinde sınıflandırılmış olup, bu kategoriler palatal ve dentoalveoler doku kaybının kapsamını tanımlamaktadır. Bununla birlikte, tek başına herhangi bir defekt sınıflaması implant uygulanabilirliğini kapsamlı biçimde ortaya koymak için yeterli değildir. Bu nedenle defektin anteroposterior, mediolateral ve superoinferior yöndeki uzanımı da ayrıca değerlendirilmelidir (Bidra vd., 2012). Zigomatik implant planlamasında temel belirleyici, rezeksiyon sonrasında yeterli ankraj sağlayabilecek rezidüel zigomatik kemik varlığıdır (Vega vd., 2013). Zigomatik kemiğin korunmuş olması tek başına yeterli olmayıp, mevcut kemik hacmi ve kortikal bütünlük farklı anatomik bölgelerde değişkenlik gösterebilmektedir (Barausse vd., 2024). Bu nedenle, her iki zigomatik kemiğin implant ankrajına uygunluğu bağımsız olarak değerlendirilmelidir. Kesitsel görüntülemelerde zigomatik gövdenin boyutları, kortikal kemik kalınlığı ve öngörülen implant–kemik temasının yeterliliği ayrıntılı olarak incelenmelidir. (Le, Tran, Nguyen, Vo, & Tran, 2025). Ayrıca zigomatik ark ile zigomatikomaksiller destek hattının rezeksiyondan etkilenme düzeyi ve rezidüel kemik sınırları ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir (Vega vd., 2013). Bunun yanı sıra, infraorbital kenar ve orbital duvarların anatomik bütünlüğü de radyolojik olarak değerlendirilmelidir (Barausse vd., 2024). Planlanan implant trajektorisinin maksiller sinüs, nazal kavite, orbita ve infratemporal fossa ile anatomik ilişkisi kesitsel görüntüleme aracılığıyla ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir (J. Wang, Chen, Zhao, Pan, & Xu, 2024). Posterior yönde planlanan implantların infratemporal fossaya yakın seyretmesi, bu bölgedeki nörovasküler yapıların yaralanma riskini artırabilmektedir (Le vd., 2025). Maksillektomi sonrasında konvansiyonel maksiller anatomik referansların kaybolabilmesi nedeniyle, implantın yerleştirme yönü yalnızca alveoler giriş noktası esas alınarak belirlenmemelidir (Salvatori vd., 2017). Apikal ankraj alanı ile implantın izleyeceği cerrahi yol bir bütün olarak değerlendirilmelidir (Barausse vd., 2024). Cerrahi girişim öncesinde mevcut sinüs patolojileri, oroantral fistül ve kronik enfeksiyon bulguları ayrıntılı olarak değerlendirilmeli ve kayıt altına alınmalıdır (Vrielinck, Moreno-Rabie, Coucke, Jacobs, & Politis, 2023). İmplant planlamasına geçilmeden önce, onkolojik takip görüntüleri olası hastalık rekürrensi açısından dikkatle incelenmelidir (Vosselman vd., 2024).

Cerrahi karar, yalnızca defekt sınıflamasına dayandırılmamalıdır. Zigomatik implant uygulaması için yeterli rezidüel zigomatik kemik hacminin yanı sıra güvenli bir implant yerleştirme yönü ve yeterli yumuşak doku örtüsünün birlikte bulunması gereklidir. Bu parametrelerin bütüncül olarak değerlendirilmesi, cerrahi uygulanabilirliğin belirlenmesine ve olası komplikasyon risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Barausse vd., 2024; Bidra vd., 2012; Salvatori vd., 2017; Vega vd., 2013).

3. Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

Zigomatik implantların başlıca endikasyonu, maksillektomi sonrası konvansiyonel implant uygulamasına olanak sağlayacak yeterli rezidüel maksiller kemik desteğinin bulunmamasıdır (Polido, Machado-Fernandez, Lin, & Aghaloo, 2023). Bu yaklaşımın uygulanabilmesi için, primer stabiliteye olanak sağlayacak yeterli miktar ve kalitede rezidüel zigomatik kemik varlığı gereklidir (Al-Nawas vd., 2023). Geniş kapsamlı kemik greftlemesinin uygun olmadığı veya daha önce gerçekleştirilen rekonstrüktif girişimlerin başarısızlıkla sonuçlandığı hastalar da zigomatik implant tedavisi için uygun adaylar arasında değerlendirilebilir (Polido vd., 2023). Bununla birlikte, cerrahi endikasyon yalnızca defekt sınıfına göre belirlenmemelidir. Karar sürecinde rezidüel zigomatik kemiğin bütünlüğü, rezeksiyon sınırları, mevcut yumuşak doku örtüsünün yeterliliği ve hastanın genel klinik durumu birlikte değerlendirilmelidir (Sackalingum, Lauwers, Nicot, & Raoul, 2026).

Primer implant yerleştirilmesi, zigomatik kemiğin korunabildiği ve implantın tümöral dokudan güvenli bir mesafede konumlandırılmasının mümkün olduğu olgularda tercih edilebilir (Butterworth, Lowe, & Rogers, 2022). Bu yaklaşım, özellikle sınırlı vertikal uzanıma sahip maksillektomi defektlerinde erken fonksiyonel ve protetik rehabilitasyon açısından avantaj sağlayabilir (Watson vd., 2024). Zigomatik implantlar, tümör rezeksiyonu ile eş zamanlı olarak primer veya onkolojik tedavi tamamlandıktan sonra sekonder olarak uygulanabilir. Primer uygulama rehabilitasyon sürecini hızlandırma avantajı sunarken, sekonder yerleştirme daha önce cerrahi tedavi veya radyoterapi uygulanmış olgularda uygun bir tedavi alternatifi olmaya devam etmektedir (Butterworth, 2019). Güncel veriler, primer yerleştirme sonrasında daha düşük implant başarısızlık oranlarına işaret etmekle birlikte, primer ve sekonder uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığı henüz kesin olarak ortaya konulamamıştır (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026). Primer stabilite sağlayacak düzeyde rezidüel zigomatik kemik bulunmaması, zigomatik implant uygulaması açısından önemli bir lokal kontrendikasyon oluşturmaktadır (Polido vd., 2023). Tümöral tutulumun zigomatik gövdeye veya planlanan implant ankrāj alanına uzanması, güvenli implant yerleştirilmesini sınırlayan önemli bir faktördür (Al-Nawas vd., 2023). Akut sinüzit, kontrol altına alınmamış kronik sinüzit ve osteomeatal kompleks obstrüksiyonu, zigomatik implant cerrahisi

öncesinde tedavi edilmelidir. İleri düzey ağız açıklığı kısıtlılığı, cerrahi görüş alanını ve enstrümanların güvenli kullanımını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca genel anesteziye engel teşkil eden sistemik hastalıklar, kontrolsüz diyabet ve belirgin immünoşüpresyon, sistemik kontrendikasyonlar arasında yer almaktadır (Polido vd., 2023).

Geçirilmiş radyoterapi öyküsü, tek başına zigomatik implant uygulaması için mutlak bir kontrendikasyon olarak değerlendirilmemelidir (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026). Bununla birlikte, radyoterapi ve kemoradyoterapi öyküsü baş-boyun kanseri hastalarında implant başarısızlığı riskini artırmaktadır. Bu nedenle tedavi planlamasında zigomatik kemiğin maruz kaldığı radyasyon dozu, çevre dokuların vasküler durumu ve osteoradyonekroz öyküsü her hasta için bireysel olarak değerlendirilmelidir (Fan vd., 2025). Aktif cerrahi saha enfeksiyonu, yetersiz yumuşak doku örtüsü, sigara kullanımı ve postoperatif takip sürecine uyumsuzluk, zigomatik implant uygulaması açısından göreceli kontrendikasyonlar olarak değerlendirilmektedir (Al-Nawas vd., 2023). Düzenli klinik kontrollere ve destekleyici oral hijyen protokollerine uyum sağlayamayacak hastalarda, uzun dönem komplikasyon riskinin artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Pellegrino vd., 2024).

4. Cerrahi Anatomi ve Preoperatif Radyolojik Değerlendirme

Zigomatik implantlarda primer apikal ankraj, esas olarak zigomatik kemiğin gövdesinden sağlanmaktadır (Nkenke vd., 2003). Zigomatik kemiğin iç yapısı ağırlıklı olarak trabeküler kemikten oluşmakla birlikte, implantın primer stabilitesinde temel belirleyici kortikal kemik ile sağlanan temastır (Kato, Kizu, Tonogi, Ide, & Yamane, 2005; Nkenke vd., 2003). Maksillektomi sonrası maksillozigomatik destek yapılarının kısmen kaybedilebilmesi nedeniyle, rezidüel zigomatik kemik implant stabilitesi açısından bağımsız bir ankraj alanı olarak değerlendirilmelidir (Hackett vd., 2021).

Planlanan implantın yerleşim yönü; maksiller sinüs, orbita tabanı, infraorbital kanal ve infratemporal fossa ile olan anatomik komşulukları dikkate alınarak belirlenmelidir (Kämmerer vd., 2023). İmplantın aşırı superior yönde konumlandırılması orbital penetrasyon riskini artırırken, aşırı posterior yönlendirme infratemporal fossaya uzanım ile sonuçlanabilir (Şahin vd., 2025). Zigomatikofasiyal foramen ve ilişkili nörovasküler kanal, lateral cerrahi yaklaşım sırasında dikkatle korunması gereken anatomik yapılar arasında yer almaktadır (Kawata, Ide, & Sunohara, 2024). Zigomatikofasiyal kanalın sayısı, anatomik seyri ve çıkış lokalizasyonu bireyler arasında önemli varyasyonlar gösterebilmektedir. Bu anatomik değişkenlik nedeniyle, osteotomi yönünün yalnızca yüzeysel kemik referansları esas alınarak belirlenmesi güvenilir bir yaklaşım değildir (Güray, Balcioglu, Büyükertan, & Özcan, 2025).

Rezidüel maksiller sinüs mukozasının durumu, drenaj yolları ve infundibulum açıklığı cerrahi öncesinde ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Özellikle mukozal

kalınlaşmaya eşlik eden infundibular obstrüksiyon, postoperatif sinüs komplikasyonları açısından artmış risk oluşturabilir (Jin vd., 2023). Radyolojik bulgular tek başına değerlendirilmemeli; hastanın sinüzit öyküsü, mevcut nazal semptomları ve klinik muayene bulguları ile birlikte yorumlanmalıdır (Kämmerer vd., 2023). Onkolojik izlem kapsamında elde edilen BT veya manyetik rezonans görüntüleri, implant planlamasında gerçekleştirilen kemiksel değerlendirmenin tamamlayıcı bir bileşeni olarak kullanılabilir (Al-Nawas vd., 2023).

Geleneksel cerrahi yaklaşımda radyolojik planlama, implantın güvenli yerleştirme yönünün belirlenmesine rehberlik ederken, osteotomi sırasında zigomatik kemik yüzeyinin doğrudan görüntülenmesi cerrahi güvenlik açısından önemini korumaktadır (Al-Nawas vd., 2023). Cerrahi uygulamaya, yeterli kortikal ankrajın sağlanabildiği ve orbita ile infratemporal fossaya güvenli mesafenin korunabildiği bir implant yerleşim yönü belirlendikten sonra geçilmelidir (Kämmerer vd., 2023).

5. Cerrahi Teknik

5.1. Cerrahi Ekspojur

Maksillektomi sonrası zigomatik implant uygulamaları, cerrahi işlemin kapsamı ve anatomik kompleksitesi nedeniyle çoğunlukla genel anestezi altında gerçekleştirilmektedir (Boyes-Varley, Howes, Davidge-Pitts, Brånemark, & McAlpine, 2007). Cerrahi erişim şekli, defektin anatomik sınırları ile implant uygulamasının primer veya sekonder olarak planlanmasına göre belirlenir (Hackett vd., 2021). Konvansiyonel cerrahi yaklaşımda insizyon, rezidüel alveoler kret veya mevcut defekt sınırı boyunca planlanmaktadır (Kämmerer vd., 2023). Tam kalınlıklı mukoperiosteal flebin elevasyonunu takiben lateral maksiller duvar ve zigomatikomaksiller destek bölgesi yeterli cerrahi görüş sağlayacak şekilde ekspozite edilir (Brånemark vd., 2004).

Subperiosteal diseksiyon, zigomatik kemiğin gövdesi ve infraorbital kenar güvenli biçimde ekspozite edilene kadar ilerletilir (Kämmerer vd., 2023). İnfraorbital sinir görülerek korunmalıdır (Brånemark vd., 2004). Sekonder cerrahi girişimlerde mevcut skar dokusu ve önceki rekonstrüktif flepler, normal anatomik planların belirlenmesini ve cerrahi diseksiyonu güçleştirebilmektedir (Hackett vd., 2021). Bu nedenle diseksiyon, kemik yüzeyi ile sürekli temas korunarak dikkatli ve kontrollü şekilde ilerletilmelidir (Al-Nawas vd., 2023). Primer implant yerleştirilmesinde, tümör rezeksiyonu sırasında elde edilen cerrahi ekspozisyonun zigomatik gövdeye doğrudan erişim amacıyla yararlanılabilir (Boyes-Varley vd., 2007). Rezidüel zigomatik kemik, planlanan apikal ankraj bölgesinin doğrudan ve güvenli biçimde değerlendirilebilmesine olanak sağlayacak ölçüde ekspozite edilmelidir (Al-Nawas vd., 2023). Hedef ankraj bölgesinin posterioruna yerleştirilen zigomatik retraktör, osteotomi sırasında derin yumuşak dokuların ve orbital yapıların korunmasına yardımcı olur

(Br nemark vd., 2004). Posterior bölgede diseksiyonun gerekli cerrahi sınırlarla kısıtlı tutulması, kanama ve yumuşak doku yaralanması riskinin azaltılmasına katkı sağlar (Gabriele vd., 2023).

5.2. Osteotomi ve İmplantın Yerleştirilmesi

Osteotominin giriş noktası, standart bir dental bölge esas alınarak değil, rezidüel maksiller kemik ve mevcut defektin anatomik özelliklerine göre bireysel olarak belirlenmelidir (Boyes-Varley vd., 2007). Lateral sinüs duvarının korunduğu olgularda, sınırlı bir kemik penceresi oluşturularak implantın ilerleme yönü cerrahi olarak gözlenebilir (Br nemark vd., 2004). Sinüs membranının ekspoze olduğu durumlarda, membran dikkatli bir diseksiyonla medial ve superior yönde mobilize edilerek osteotomi sahasından uzaklaştırılır (Kümmerer vd., 2023). Maksillektomi sonucunda lateral maksiller duvarın kaybedildiği defektlerde, zigomatik destek bölgesine doğrudan görüş altında erişim sağlanabilir (Boyes-Varley vd., 2007).

Osteotomi sahası yuvarlak frez ile belirlendikten sonra, implant yatağı artan çaplara sahip frezler kullanılarak aşamalı biçimde hazırlanır (Br nemark vd., 2004). Frezleme işlemi boyunca yeterli irrigasyon sağlanmalı ve önceden belirlenen implant yerleştirme yönü titizlikle korunmalıdır (Kümmerer vd., 2023). Derin osteotomi aşamasında frez yönünün değiştirilmesi, orbital penetrasyon veya infratemporal fossaya istenmeyen uzanım riskini artırabilir (Gabriele vd., 2023). Bu nedenle osteotomi sırasında frezin ilerleme yönü, zigomatik kemik yüzeyi doğrudan gözlenerek sürekli olarak kontrol edilmelidir (Al-Nawas vd., 2023). Zigomatik retraktör, osteotomi süresince stabil pozisyonda tutularak frezin derin yumuşak dokulara istenmeyen ilerleyişini önleyecek şekilde kullanılmalıdır (Br nemark vd., 2004).

Osteotominin tamamlanmasını takiben cerrahi derinlik ölçülmeli ve uygun implant uzunluğu, hazırlanan implant yatağının gerçek uzunluğu esas alınarak belirlenmelidir (Br nemark vd., 2004). İmplantın apikal bölümünde, primer stabilitenin sağlanmasına olanak verecek düzeyde zigomatik kortikal kemik teması elde edilmelidir. Rezidüel maksiller korteksin korunduğu olgularda, bu bölgeden sağlanan ek kemik desteği implant üzerindeki mekanik yüklerin azaltılmasına katkıda bulunabilir. Buna karşılık, maksiller kemik desteğinin bulunmadığı geniş defektlerde primer stabilite esas olarak zigomatik kemikte elde edilen bikortikal ankraja dayanır. (Bedrossian, Brunski, Al-Nawas, & Kümmerer, 2023). İmplant yerleştirilmesi düşük hızda gerçekleştirilmeli ve nihai pozisyonuna kontrollü biçimde ilerletilmelidir (Br nemark vd., 2004). Yerleştirme süresince implantın önceden hazırlanan osteotomi yönüyle uyumunun korunmasına ve istenmeyen y n değişikliklerinin  nlenmesine  zen gösterilmelidir (Gabriele vd., 2023). Cerrahi kapatma öncesinde implantın apikal konumu, elde edilen primer stabilite ve komşu anatomik yapılarla ilişkisi yeniden kontrol edilmelidir. Güvenli yerleştirme yönünün korunamadığı veya yeterli

primer stabilitenin elde edilemediği durumlarda, implantın zorlanarak ilerletilmesinden kaçınılmalıdır (Al-Nawas vd., 2023).

İmplant yerleştirilmesini takiben cerrahi saha bol irrigasyonla temizlenmeli ve dikkatli hemostaz sağlanmalıdır (Brånemark vd., 2004). İmplantın koronal bölümünde yeterli ve iyi vaskülarize yumuşak doku örtüsü sağlanmalıdır. Cerrahi flebin gerilimsiz olarak kapatılması, yara dehiscensi, enfeksiyon ve oroantral fistül gelişme riskinin azaltılması açısından önem taşımaktadır (D'Agostino vd., 2021).

5.3. Primer ve Sekonder Yerleştirme

İmplant yerleştirme zamanlaması; rezeksiyon sınırları, rezidüel zigomatik kemiğin yeterliliği, planlanan adjuvan tedaviler ve yumuşak doku örtüsünün durumu birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir (Hackett vd., 2021). Primer yerleştirme, zigomatik implantların tümör rezeksiyonu ile eş zamanlı olarak aynı cerrahi seansta uygulanmasını ifade eder (Butterworth, 2019). Bu yaklaşım, tümör rezeksiyonu sırasında sağlanan cerrahi ekspozisyondan yararlanılmasına ve skar dokusu içerisinde gerçekleştirilecek ikinci bir derin diseksiyon gereksiniminin ortadan kaldırılmasına olanak tanır. Ayrıca implantların planlanan radyoterapi öncesinde yerleştirilebilmesi açısından da avantaj sağlayabilir (Butterworth vd., 2022; Hackett vd., 2021).

Primer implant uygulaması, onkolojik rezeksiyonun kapsamını veya cerrahi sınırlarını hiçbir şekilde kısıtlamamalıdır. Zigomatik kemikte tümöral tutulum şüphesi bulunan olgularda öncelik onkolojik güvenliğe verilmelidir. Ayrıca rezeksiyon sonrasında primer stabilite sağlayabilecek yeterli rezidüel zigomatik kemik varlığı doğrulanmalıdır (Butterworth vd., 2022; Hackett vd., 2021). Yeterli primer stabilitenin veya iyi vaskülarize bir yumuşak doku örtüsünün elde edilemediği durumlarda implant yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır. Primer zigomatik implant uygulanan 35 hastalık bir seride, 19 hastanın adjuvan radyoterapi almasına karşın implant sağkalım oranı %98,4 olarak raporlanmıştır. (Butterworth vd., 2022). Başka bir klinik seride, maksillektomi ile eş zamanlı olarak yerleştirilen 44 zigomatik implantın %95'inin takip süresince sağkalım gösterdiği bildirilmiştir. (Watson vd., 2024). Sekonder yerleştirme, zigomatik implantların tümör rezeksiyonu ve primer iyileşme sürecinin tamamlanmasının ardından uygulanmasını ifade eder (Butterworth, 2019). Sekonder yaklaşım, rezeksiyonun nihai kapsamı veya adjuvan tedavi planının başlangıçta kesin olarak belirlenemediği olgularda tercih edilebilir. Bununla birlikte, cerrahi sahada gelişen skar dokusu anatomik planların ayırt edilmesini ve diseksiyonun güvenli biçimde gerçekleştirilmesini güçleştirebilir (Hackett vd., 2021). Önceden uygulanan radyoterapi, kemik ve yumuşak dokuların vaskülaritesini ve iyileşme kapasitesini azaltarak cerrahi sonuçları olumsuz etkileyebilir (Fan vd., 2025). Butterworth (2019)'un çalışmasında implant başarısızlık oranı primer yerleştirme grubunda %4, sekonder grupta ise %11 olarak bildirilmiş; ancak gruplar arasındaki fark istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. Güncel bir meta-analizde

implant başarısızlık oranları primer ve sekonder yerleştirme için sırasıyla %2 ve %9 olarak bildirilmiş; ancak iki yaklaşım arasında istatistiksel olarak belirgin bir üstünlük ortaya konulamamıştır. Bu bulgular doğrultusunda, onkolojik güvenliğin ve anatomik koşulların uygun olduğu olgularda primer yerleştirme tercih edilebilirken, sekonder uygulama da uygun hasta grubunda geçerliliğini koruyan bir cerrahi alternatif olarak değerlendirilmektedir (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

5.4. Radyoterapi Uygulanan Hastalarda Cerrahi Yaklaşım

Geçirilmiş radyoterapi, tek başına zigomatik implant uygulamasını dışlayan mutlak bir kontrendikasyon olarak kabul edilmemektedir (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026). Bununla birlikte, ışınlanmış dokularda implant başarısızlığı ve yara iyileşmesine ilişkin komplikasyonların daha sık görülebileceği bildirilmiştir. Baş-boyun kanseri hastalarında farklı implant tiplerini inceleyen güncel bir meta-analizde implant sağkalımı, radyoterapi uygulanan hastalarda %85,6, uygulanmayanlarda ise %90 olarak saptanmıştır. Bu bulgular spesifik olarak zigomatik implantlara ait olmamakla birlikte, cerrahi riskin bireysel olarak değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmalıdır (Fan vd., 2025). Zigomatik implantları değerlendiren 2026 tarihli meta-analizde, radyoterapi öyküsü bulunan hastalarda implant başarısızlığı olasılığının arttığı bildirilmiş; ancak bu ilişki istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

Primer implant uygulaması öncesinde planlanan radyoterapi sahası ile implant yatağının maruz kalacağı öngörülen radyasyon dozu değerlendirilmelidir. Daha önce radyoterapi uygulanmış hastalarda ise mevcut doz dağılımının incelenmesi önem taşımaktadır (Wolf vd., 2021). Klinik değerlendirmede mukozal bütünlük, kronik enfeksiyon, fistül ve ekspozе kemik varlığı araştırılmalı; aktif osteoradyonekroz veya kontrol altına alınmamış enfeksiyon saptanması durumunda implant cerrahisi ertelenmelidir (Y. Wang, Turkstani, Alfafi, & Akintoye, 2024). İmplantın konumu ve yerleştirme zamanı; onkolojik rezeksiyon planı ile planlanan radyoterapi dikkate alınarak multidisipliner biçimde belirlenmelidir (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

Radyoterapi uygulanmış kemikte vaskülarite ve rejeneratif kapasitenin azalması nedeniyle, cerrahi travmanın mümkün olan en düşük düzeyde tutulması önem taşımaktadır (Y. Wang vd., 2024). Osteotomi, termal ve mekanik travmayı en aza indirecek şekilde yeterli irrigasyon altında hazırlanmalıdır. Cerrahi kapatma sırasında ise iyi vaskülarize yumuşak doku örtüsü sağlanmalı ve flep gerilimsiz olarak adapte edilmelidir (D'Agostino vd., 2021). Osteoradyonekroz açısından yüksek risk taşıyan ışınlanmış bölgelerde perioperatif antibiyotik profilaksisi değerlendirilebilir. Ancak bu yaklaşıma ilişkin mevcut kanıtların büyük ölçüde dış çekimi çalışmalarından elde edildiği ve çalışmalar arasında belirgin heterojenlik bulunduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Quah, Yong, Lai,

& Islam, 2024). HOPON (Hyperbaric Oxygen for the Prevention of Osteoradionecrosis) çalışmasında, ışınlanmış mandibulada gerçekleştirilen dentoalveoler cerrahi veya implant uygulamaları öncesinde rutin profilaktik hiperbarik oksijen tedavisinin osteoradyonekroz insidansında anlamlı bir azalma sağlamadığı bildirilmiştir (Shaw vd., 2019). Hastaların uzun dönem takibinde ağrı, akıntı, implant mobilitesi, kemik ekspozisyonu ve sinüsle ilişkili semptomların varlığı düzenli olarak değerlendirilmelidir (D'Agostino vd., 2021).

6. Genel Komplikasyon Profili

Zigomatik implant uygulamalarında en sık bildirilen biyolojik komplikasyon maksiller sinüzit olup, bunu yumuşak doku enfeksiyonları ve oroantral iletişim gelişimi takip etmektedir (Moraschini vd., 2023). Uzun dönem sonuçları değerlendiren bir meta-analizde, ortalama 65,4 aylık takip süresinde sinüzit prevalansı %14,2 olarak bildirilmiştir (Brennand Roper vd., 2023). Sinüzit yalnızca erken postoperatif döneme özgü bir komplikasyon olmayıp, geç dönemde de ortaya çıkabilmektedir. Nitekim geniş bir kohort çalışmasında sinüzit tanısının implant yerleştirilmesinden ortalama 4,5 yıl sonra konulduğu bildirilmiştir (Vrielinck vd., 2023). Bu nedenle uzun dönem takiplerde sinonazal semptomların düzenli olarak değerlendirilmesi önemlidir. Sinüzit gelişen olgularda antibiyotik tedavisi uygulanabilir ve gerekli durumlarda cerrahi drenaj veya meatotomi düşünülebilir; sinüzit varlığı tek başına zigomatik implantın çıkarılması için endikasyon oluşturmaz (Al-Nawas vd., 2023). Buna karşılık, persistan sinüzit, oroantral iletişim ve peri-zigomatik enfeksiyon varlığı zigomatik implant başarısızlığı ve kaybı ile ilişkilendirilmiştir (Vrielinck vd., 2023). Peri-zigomatik enfeksiyon, lateral kantsun inferiorunda gelişen şişlik veya kutanöz fistül ile klinik bulgu verebilir. Konservatif yaklaşımlarla kontrol altına alınamayan enfeksiyonlarda implantın uzaklaştırılması gerekebilir ve implant eksplantasyonu sonrasında enfeksiyon bulgularının gerileyebildiği bildirilmiştir (Vrielinck vd., 2022).

Zigomatik implant uygulamalarını takiben yumuşak doku enfeksiyonu, mukozal dehisens, peri-implant mukozit, mukozal resesyon, hematoma ve parestezi gibi komplikasyonlar görülebilmektedir (D'Ambrosio vd., 2026). Geleneksel cerrahi yaklaşımları inceleyen çalışmalarda yumuşak doku enfeksiyonu ve parestezi oranları sırasıyla %7,5 ve %10,78 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu verilerin heterojen hasta gruplarını içeren olgu serilerinden elde edildiği göz önünde bulundurulmalıdır (Kämmerer vd., 2023). İmplant apeksinin zigomatik kemiğin dış kortikal sınırını aşması, peri-zigomatik komplikasyon gelişme riskini artırabilmektedir. İki yıllık takip çalışmasında komplikasyon oranı apikal taşkınlık gösteren implantlarda %29,7 iken, taşkınlık bulunmayan implantlarda %5,9 olarak bildirilmiştir. Bu nedenle apikal bölümün zigomatik kemik sınırları içerisinde konumlandırılması ve gereğinden fazla

ilerletilmesinden kaçınılması önem taşımaktadır (Yu, Guo, Han, Jiang, & Lin, 2024).

İntraorbital parestezi, zigomatik implant cerrahisi sonrasında bildirilen oküler ve periorbital komplikasyonlar arasında en sık karşılaşılan bulgulardan biri olup, çoğu olguda zaman içerisinde gerileme gösterebilmektedir. Buna karşılık orbital penetrasyon nadir görülmesine rağmen diplopi, ekstraoküler kas yaralanması, orbital hematoma ve kalıcı oküler hareket kısıtlılığı gibi ciddi sonuçlara yol açabilir. Nitekim sistematik bir derlemede bildirilen 10 orbital penetrasyon olgusunun üçünde kalıcı göz hareketi kısıtlılığı saptanmıştır. Postoperatif dönemde diplopi, görme değişikliği, oküler hareketlerde kısıtlılık veya belirgin periorbital şişlik gelişmesi halinde kesitsel görüntüleme ile birlikte acil oftalmolojik değerlendirme yapılmalıdır (Weber, Koschitzki, Weber, & Koschitzki, 2024).

7. Maksillektomi Uygulanan Hastalarda Görülen Komplikasyonlar

Maksillektomi sonrası uygulanan zigomatik implantlarda karşılaşılan komplikasyonların niteliği ve dağılımı, ileri atrofik ancak anatomik bütünlüğü korunmuş maksilladaki uygulamalardan farklılık gösterebilmektedir. Rezeksiyon sonucunda oluşan defekt, oral kavite, nazal kavite ve rezidüel maksiller sinüs arasında geniş bir anatomik devamlılık meydana getirebilir. Ayrıca alveoler kemik desteğinin kaybı, implantın koronal bölümünde daha uzun bir transmukozal geçiş neden olabilmektedir (Hackett vd., 2021). Bu anatomik durum, peri-implant mukozada irritasyon, yumuşak doku dehisensi ve implant yüzeyinin ekspoz olma riskini artırabilmektedir (Al-Nawas vd., 2023).

Yumuşak doku flebinin kalınlığı, mobilitesi ve skar dokusunun varlığı, peri-implant hijyenin sağlanmasını güçleştirebilir. Bunun sonucunda peri-implant mukozit, kronik yumuşak doku inflamasyonu ve pürülan akıntı gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir (Pellegrino vd., 2025).

Pellegrino ve ark. (2025)'nın uzun dönemli serisinde biyolojik komplikasyonlar hastaların %40'ında bildirilmiş; mukozit, oroantral açıklık ve kutanöz fistülle ilişkili peri-implant enfeksiyon başlıca komplikasyonlar arasında yer almıştır. Aynı seride geç dönem enfeksiyonun, orbital taban rekonstrüksiyonunda kullanılan meşin ekspozisyonu ile eş zamanlı geliştiği de raporlanmıştır. Bu bulgu, maksillektomi hastalarında enfeksiyon odağının yalnızca zigomatik implantla sınırlı olmayabileceğini ve rekonstrüksiyonda kullanılan diğer materyallerin de olası enfeksiyon kaynağı olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Radyoterapi uygulanmış hastalarda gelişen fibrotik değişiklikler ve doku vaskülaritesindeki azalma, cerrahi saha iyileşmesini olumsuz etkileyebilir. Buna bağlı olarak geç dönem yumuşak doku dehisensi, kemik ekspozisyonu, kronik fistül ve osteoradyonekroz gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir

(Coulthard & Dave, 2025). Yeni gelişen ağrı, kanama, iyileşmeyen ülserasyon, granülasyon dokusu veya fistül varlığı doğrudan peri-implant enfeksiyon olarak değerlendirilmemeli; ayırıcı tanıda diğer olası patolojiler de göz önünde bulundurulmalıdır (Koivunen, 2026). Bu klinik bulguların varlığında, peri-implant enfeksiyonun yanı sıra tümör rekürrensi ve osteoradyonekroz olasılıkları da ayırıcı tanıda mutlaka değerlendirilmelidir (Coulthard & Dave, 2025; Koivunen, 2026).

Maksillektomi olgularında rezeksiyonun kapsamı ve uygulanan rekonstrüktif yaklaşım hastalar arasında belirgin farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle, ileri atrofik maksillaya ilişkin çalışmalardan elde edilen komplikasyon oranlarının onkolojik maksillektomi olgularına doğrudan uyarlanması uygun değildir (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

8. Maksillektomi Uygulanan Hastalarda Komplikasyonların Yönetimi

Komplikasyon yönetiminde ilk amaç sorunun kaynağını belirlemektir (Hackett vd., 2021). Klinik muayenede implant stabilitesi ve peri-implant mukozal örtünün durumu; pürülan akıntı, fistül varlığı ve mevcut rekonstrüksiyon materyalleriyle birlikte bütüncül olarak değerlendirilmelidir (Pellegrino vd., 2025). Sinonazal semptomların bulunduğu olgularda paranasal sinüs BT (Bilgisayarlı Tomografi)'si veya uygun hastalarda CBCT (Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi) ile radyolojik değerlendirme yapılabilir. Nazal obstrüksiyon, kötü kokulu akıntı ya da tekrarlayan sinüzit ataklarının varlığında ise kulak burun boğaz konsültasyonu planlanmalıdır (Al-Nawas vd., 2023).

Stabil implant çevresinde gelişen lokalize mukozitin başlangıç tedavisinde peri-implant hijyenin iyileştirilmesi öncelikli olmalıdır. Bu süreçte topikal antiseptiklerden yararlanılabilir; nitekim Pellegrino ve arkadaşlarının serisinde üç mukozit olgusunun %0,20 klorheksidin uygulaması sonrasında tamamen gerilediği bildirilmiştir. Uygun tedaviye rağmen inflamasyonun devam etmesi durumunda ise implant ekspozisyonu, fistül oluşumu veya daha derin yerleşimli enfeksiyon odakları araştırılmalıdır (Pellegrino vd., 2025).

Akut sinüzit olguları uygun antibiyotik tedavisi ile kontrol altına alınabilir. Persistan veya tekrarlayan sinüzit varlığında sinüs drenajı ve osteomeatal kompleks açıklığı ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Medikal tedaviye yanıt alınamayan hastalarda cerrahi meatotomi veya endoskopik sinüs cerrahisi gündeme gelebilir. İmplantın stabilitesini koruduğu durumlarda ise sinüzit varlığı tek başına implantın uzaklaştırılması için bir endikasyon oluşturmaz (Al-Nawas vd., 2023).

Erken postoperatif dönemde gelişen sınırlı oroantral açıklıklar, uygun klinik takip altında spontan iyileşme gösterebilir. Nitekim güncel bir klinik seride bildirilen oroantral açıklığın ilk altı aylık takip döneminde herhangi bir ek cerrahi girişim gerektirmeden kapandığı belirtilmiştir (Pellegrino vd., 2025). Persistan

oroantral açıklık, tekrarlayan fistül veya geniş yumuşak doku dehisensi varlığında cerrahi kapatma gerekli olabilir. Nekrotik ve enfekte dokuların debridmanını takiben, defekt üzerinde gerilimsiz ve yeterli vaskülarizasyona sahip bir yumuşak doku örtüsü sağlanmalıdır. Nitekim 35 maksiller malignite hastasını kapsayan bir seride vaskülarize flep sağkalımının %100 olarak bildirilmesi, güvenilir oronazal ayrımın rekonstrüksiyondaki önemini desteklemektedir (Butterworth vd., 2022).

Geç dönemde ortaya çıkan kutanöz fistüllerde, zigomatik implantın yanı sıra rekonstrüksiyon plağı ve meş gibi kullanılan materyaller de olası enfeksiyon odağı olarak değerlendirilmelidir. Enfeksiyon kaynağının konservatif yöntemlerle kontrol altına alınamadığı durumlarda, osseointegrasyonunu koruyan implantın dahi uzaklaştırılması gerekebilir (Pellegrino vd., 2025). Nitekim Pellegrino ve ark. (2025)'nın serisinde, beşinci yılda gelişen suborbital fistül nedeniyle osseointegre bir zigomatik implantın çıkarıldığı bildirilmiştir.

Aktif osteoradyonekroz varlığında temel tedavi hedefi implantın korunmasından ziyade enfekte ve devitalize dokuların kontrol altına alınmasıdır. İleri olgularda nekrotik dokuların cerrahi rezeksiyonu ve defektin vaskülarize doku ile rekonstrüksiyonu gerekli olabilir (Coulthard & Dave, 2025).

Tümör rekürrensi şüphesi uyandıran persistan ülserasyon veya fistül varlığında, onkolojik değerlendirme gecikmeden gerçekleştirilmelidir. Uygun görüntüleme ve gerektiğinde biyopsi yapılmalıdır (Koivunen, 2026). Tümör rekürrensini doğrulandığı olgularda, yeterli ve güvenli onkolojik rezeksiyon sınırlarının sağlanması implantın korunmasına göre öncelik taşımaktadır. Bu nedenle bazı hastalarda zigomatik implantın uzaklaştırılması, onkolojik cerrahi tedavinin gerekli bir bileşeni hâline gelebilir. (Scocca & Dell'Aversana Orabona, 2026).

9. Sonuç

Zigomatik implantlar, maksillektomi sonrası yetersiz kalan maksiller kemik desteğinin aşılmasında etkili bir cerrahi seçenek sunmaktadır. Geleneksel yaklaşımın başarısı; rezidüel zigomatik kemiğin doğru değerlendirilmesine, implant yolunun doğrudan kontrolüne ve cerrahi deneyime bağlıdır. Defektin genişliği, yumuşak doku örtüsü, radyoterapi öyküsü ve onkolojik tedavi planı her hastada birlikte ele alınmalıdır. Komplikasyonların erken tanınması ve enfeksiyon kaynağının doğru belirlenmesi, implantın uzun dönem korunması açısından önem taşır. Uygun hasta seçimi ve dikkatli cerrahi uygulamayla zigomatik implantlar, maksillektomi hastalarında güvenilir ve kalıcı bir rekonstrüktif destek sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Al-Nawas, B., Aghaloo, T., Aparicio, C., Bedrossian, E., Brecht, L., Brennand-Roper, M., ... Zarrine, S. (2023). ITI consensus report on zygomatic implants: Indications, evaluation of surgical techniques and long-term treatment outcomes. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00489-9>
- Andrades, P., Militsakh, O., Hanasono, M. M., Rieger, J., & Rosenthal, E. L. (2011). Current Strategies in Reconstruction of Maxillectomy Defects. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 137(8), 806-812. <https://doi.org/10.1001/archoto.2011.132>
- Aparicio, C., Manresa, C., Francisco, K., Claros, P., Alánde, J., González-Martín, O., & Albrektsson, T. (2014). Zygomatic implants: Indications, techniques and outcomes, and the Zygomatic Success Code. *Periodontology 2000*, 66(1), 41-58. <https://doi.org/10.1111/prd.12038>
- Barausse, C., Felice, P., Pistilli, R., Pellegrino, G., Bonifazi, L., Tayeb, S., ... Ratti, S. (2024). Anatomical Measurements of the Malar Bone for Safe Zygomatic Implant Placement: A Study on Donated Bodies. *Journal of Clinical Medicine*, 13(22), 6798. <https://doi.org/10.3390/jcm13226798>
- Bedrossian, E., Brunski, J., Al-Nawas, B., & Kämmerer, P. W. (2023). Zygoma implant under function: Biomechanical principles clarified. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00483-1>
- Bidra, A. S., Jacob, R. F., & Taylor, T. D. (2012). Classification of maxillectomy defects: A systematic review and criteria necessary for a universal description. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(4), 261-270. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60071-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60071-7)
- Boyes-Varley, J. G., Howes, D. G., Davidge-Pitts, K. D., Brånemark, I., & McAlpine, J. A. (2007). A protocol for maxillary reconstruction following oncology resection using zygomatic implants. *The International Journal of Prosthodontics*, 20(5), 521-531.
- Brånemark, P.-I., Gröndahl, K., Öhrnell, L.-O., Nilsson, P., Petruson, B., Svensson, B., ... Nannmark, U. (2004). Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: Technique and long-term results. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, 38(2), 70-85. <https://doi.org/10.1080/02844310310023918>
- Brennand Roper, M., Vissink, A., Dudding, T., Pollard, A., Gareb, B., Malevez, C., ... Jung, R. (2023). Long-term treatment outcomes with zygomatic implants: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00479-x>

- Brown, J. S., Rogers, S. N., McNally, D. N., & Boyle, M. (2000). A modified classification for the maxillectomy defect. *Head & Neck*, 22(1), 17-26. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0347\(200001\)22:1%3C17::aid-hed4%3E3.0.co;2-2](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0347(200001)22:1%3C17::aid-hed4%3E3.0.co;2-2)
- Brown, James S, & Shaw, R. J. (2010). Reconstruction of the maxilla and midface: Introducing a new classification. *The Lancet Oncology*, 11(10), 1001-1008. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(10\)70113-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(10)70113-3)
- Butterworth, C. J. (2019). Primary vs secondary zygomatic implant placement in patients with head and neck cancer—A 10-year prospective study. *Head & Neck*, 41(6), 1687-1695. <https://doi.org/10.1002/hed.25645>
- Butterworth, C. J., Lowe, D., & Rogers, S. N. (2022). The Zygomatic Implant Perforated (ZIP) flap reconstructive technique for the management of low-level maxillary malignancy – clinical & patient related outcomes on 35 consecutively treated patients. *Head & Neck*, 44(2), 345-358. <https://doi.org/10.1002/hed.26933>
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Survival and Complications of Zygomatic Implants: An Updated Systematic Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(10), 1949-1964. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.06.166>
- Cordeiro, P. G., & Santamaria, E. (2000). A classification system and algorithm for reconstruction of maxillectomy and midfacial defects. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 105(7), 2331-2346; discussion 2347-2348. <https://doi.org/10.1097/00006534-200006000-00004>
- Coulthard, I., & Dave, M. (2025). Osteoradionecrosis of the Jaws and Management Strategies. *Oral Surgery*, 18(1), 109-114. <https://doi.org/10.1111/ors.12939>
- D'Agostino, A., Lombardo, G., Favero, V., Signoriello, A., Bressan, A., Lonardi, F., ... Trevisiol, L. (2021). Complications related to zygomatic implants placement: A retrospective evaluation with 5 years follow-up. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 49(7), 620-627. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2021.01.020>
- D'Ambrosio, F., Acerra, A., de Laurentiis, E., Babino, A., Santurro, A., & Giordano, F. (2026). Clinical Risk and Medico-Legal Implications in Zygomatic Implant Rehabilitation: An Umbrella Review of Systematic Reviews. *Diagnostics*, 16(6), 901. <https://doi.org/10.3390/diagnostics16060901>
- Fan, S., Diaz, L., Sáenz-Ravello, G., Valmaseda-Castellon, E., Al-Nawas, B., & Schiegnitz, E. (2025). Comprehensive Update on Implants in Patients With Head and Neck Cancer (2021–2024): Systematic Review and Meta-Analysis of the Impact of Radiotherapy and Chemotherapy on Implant Survival. *Clinical Oral Implants Research*, 36(9), 1035-1052. <https://doi.org/10.1111/clr.14450>

- Gabriele, G., Chisci, G., Cascino, F., Ricci, N. M., Marruganti, C., & Ferrari, M. (2023). Technique-Related Survival Rate and Complications of Zygomatic Implant Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 38(5), 855-875. <https://doi.org/10.11607/jomi.10330>
- Güray, B., Balcioglu, H. A., Büyükertan, M., & Özcan, İ. (2025). Radiologic and Clinical Anatomy of the Zygomatic Bone in Terms of Zygomatic Implant. *The Journal of Craniofacial Surgery*. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000011161>
- Hackett, S., El-Wazani, B., & Butterworth, C. (2021). Zygomatic implant-based rehabilitation for patients with maxillary and mid-facial oncology defects: A review. *Oral Diseases*, 27(1), 27-41. <https://doi.org/10.1111/odi.13305>
- Jin, S., Ma, H., Ling, X., Tao, B., Wang, F., & Wu, Y. (2023). Longitudinal reactions of maxillary sinus in patients treated with multiple zygomatic implants: A modified radiographic evaluation with clinical follow-up. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 25(6), 1091-1102. <https://doi.org/10.1111/cid.13256>
- Kämmerer, P. W., Fan, S., Aparicio, C., Bedrossian, E., Davó, R., Morton, D., ... Al-Nawas, B. (2023). Evaluation of surgical techniques in survival rate and complications of zygomatic implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: A systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00478-y>
- Kato, Y., Kizu, Y., Tonogi, M., Ide, Y., & Yamane, G. (2005). Internal Structure of Zygomatic Bone Related to Zygomatic Fixture. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(9), 1325-1329. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.05.313>
- Kawata, K., Ide, Y., & Sunohara, M. (2024). Anatomical study of the zygomaticofacial foramen and zygomatic canals communicating with the zygomaticofacial foramen for zygomatic implant treatment: A cadaver study with micro-computed tomography analysis. *Anatomy & Cell Biology*, 57(2), 204-212. <https://doi.org/10.5115/acb.23.293>
- Koivunen, P. (2026). Surveillance after treatment for head and neck cancer. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 34(2), 83-87. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000001102>
- Le, M. N.-T., Tran, T. M., Nguyen, P. N., Vo, H. C., & Tran, L. H. (2025). Optimal bone-implant contact sites in the zygomatic region for quad zygomatic implants placement: A retrospective study in Vietnamese patients on CBCT. *BDJ Open*, 11(1), 61. <https://doi.org/10.1038/s41405-025-00350-8>
- Moraschini, V., de Queiroz, T. R., Sartoretto, S. C., de Almeida, D. C. F., Calasans-Maia, M. D., & Louro, R. S. (2023). Survival and complications of

- zygomatic implants compared to conventional implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 5 years: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 25(1), 177-189. <https://doi.org/10.1111/cid.13153>
- Nkenke, E., Hahn, M., Lell, M., Wiltfang, J., Schultze-Mosgau, S., Stech, B., ... Neukam, F. W. (2003). Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. *Clinical Oral Implants Research*, 14(1), 72-79. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.140110.x>
- Pellegrino, G., Bertacci, A., Relics, D., Ferri, A., Grande, F., & Felice, P. (2024). Hygienic maintenance in patients with maxillae atrophy and in oncological patients with maxillary resection rehabilitated with zygomatic implants: A nested monocentric prospective cohort study. *International Journal of Dental Hygiene*, 22(3), 696-702. <https://doi.org/10.1111/idh.12776>
- Pellegrino, G., Tarsitano, A., Ratti, S., Ceccariglia, F., Gessaroli, M., Barausse, C., ... Felice, P. (2025). Zygomatic implants for rehabilitation of patients with oncologic and congenital defects: A case series. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 53(1), 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2024.10.003>
- Polido, W. D., Machado-Fernandez, A., Lin, W.-S., & Aghaloo, T. (2023). Indications for zygomatic implants: A systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00480-4>
- Quah, B., Yong, C. W., Lai, C. W. M., & Islam, I. (2024). Efficacy of adjunctive modalities during tooth extraction for the prevention of osteoradionecrosis: A systematic review and meta-analysis. *Oral Diseases*, 30(6), 3732-3744. <https://doi.org/10.1111/odi.14902>
- Salvatori, P., Mincione, A., Rizzi, L., Costantini, F., Bianchi, A., Grecchi, E., ... Grecchi, F. (2017). Maxillary resection for cancer, zygomatic implants insertion, and palatal repair as single-stage procedure: Report of three cases. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 39(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40902-017-0112-6>
- Schmidt, B. L., Pogrel, M. A., Young, C. W., & Sharma, A. (2004). Reconstruction of extensive maxillary defects using zygomaticus implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62, 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2004.06.027>
- Scocca, V., & Dell'Aversana Orabona, G. (2026). Zygomatic implants for rehabilitation of head and neck cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 170, 106709. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106709>
- Shaw, R. J., Butterworth, C. J., Silcocks, P., Tesfaye, B. T., Bickerstaff, M., Jackson, R., ... Glover, M. (2019). HOPON (Hyperbaric Oxygen for the Prevention

- of Osteoradionecrosis): A Randomized Controlled Trial of Hyperbaric Oxygen to Prevent Osteoradionecrosis of the Irradiated Mandible After Dentoalveolar Surgery. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 104(3), 530-539. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2019.02.044>
- Sockalingum, P., Lauwers, L., Nicot, R., & Raoul, G. (2026). Unilateral dental rehabilitation with zygomatic implants after tumor resection surgery: A case series. *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery*, 32(1), 8. <https://doi.org/10.1051/mbcb/2025034>
- Şahin, O., Atalay, D., Koçyiğit, İ. D., Hacılar, M., Rzazade, F., & Aytuğar, E. (2025). Evaluation of the zygomatic bone prior to the quad zygoma surgery: Virtual implant placement study on cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health*, 25(1), 1496. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06910-6>
- Vega, L. G., Gielincki, W., & Fernandes, R. P. (2013). Zygoma Implant Reconstruction of Acquired Maxillary Bony Defects. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 25(2), 223-239. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2013.02.007>
- Vosselman, N., Kraeima, J., Ng Wei Siang, K., Raghoobar, G. M., Witjes, M. J. H., & de Visscher, S. A. H. J. (2024). Guided placement of zygomatic implants in head and neck cancer patients: Implant survival and patient outcomes at 1–3 years of follow-up. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 53(7), 600-606. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2024.03.001>
- Vrielinck, L., Moreno-Rabie, C., Coucke, W., Jacobs, R., & Politis, C. (2023). Retrospective cohort assessment of survival and complications of zygomatic implants in atrophic maxillae. *Clinical Oral Implants Research*, 34(2), 148-156. <https://doi.org/10.1111/clr.14027>
- Vrielinck, L., Moreno-Rabie, C., Schepers, S., Van Eyken, P., Coucke, W., & Politis, C. (2022). Peri-zygomatic infection associated with zygomatic implants: A retrospective longitudinal cohort study. *Clinical Oral Implants Research*, 33(4), 405-412. <https://doi.org/10.1111/clr.13900>
- Wang, J., Chen, B., Zhao, Y., Pan, S., & Xu, X. (2024). The optional apex sites for quad zygomatic implant placement in edentulous patients with severe alveolar bone resorption: A CBCT anatomical analysis. *BMC Oral Health*, 24(1), 1393. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05140-6>
- Wang, Y., Turkstani, H., Alfaifi, A., & Akintoye, S. O. (2024). Diagnostic and Therapeutic Approaches to Jaw Osteoradionecrosis. *Diagnostics*, 14(23), 2676. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14232676>
- Watson, A. L., Hurrell, M., Howes, D., Leinkram, D., Low, T.-H. (Hubert), Dunn, M., & Clark, J. R. (2024). Surgical and health related quality of life outcomes

- following treatment with zygomatic implant perforated (ZIP) flaps. *ANZ Journal of Surgery*, 94(5), 846-853. <https://doi.org/10.1111/ans.18832>
- Weber, M. I., Koschitzki, E., Weber, M. I., & Koschitzki, E. (2024). Ocular Complications of Zygomatic Dental Implants: A Systematic Review. *Cureus*, 16. <https://doi.org/10.7759/cureus.67535>
- Wolf, F., Spoerl, S., Gottsauner, M., Klingelhöffer, C., Spanier, G., Kolbeck, C., ... Ettl, T. (2021). Significance of site-specific radiation dose and technique for success of implant-based prosthetic rehabilitation in irradiated head and neck cancer patients—A cohort study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(3), 444-455. <https://doi.org/10.1111/cid.13005>
- Yu, Z., Guo, H., Han, W., Jiang, X., & Lin, Y. (2024). Peri-zygomatic complications on zygomatic implants with or without penetrating the external surface of zygoma: A 2-year retrospective study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 26(1), 197-205. <https://doi.org/10.1111/cid.13268>

BÖLÜM 3

Periapikal Cerrahiler ve Güncel Yaklaşımlar

Ahmet Can Haskan¹
Mustafa Salih Gürbüz²

¹ Dr. Öğr. ,2Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-5575-3785

² Arş. Gör., ,2Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0007-9611-1934

1. Giriş

Kök kanal tedavisi, periapikal patolojilerin tedavisinde ilk basamak yaklaşım olarak kabul edilmekte ve büyük çoğunluk vakada başarıyla sonuçlanmaktadır. Ancak kompleks kök kanal anatomisi, kalıcı mikrobiyal enfeksiyon, kök ucu dışına taşan yabancı cisim reaksiyonları, gerçek kistler veya koronal restorasyonun kanal tedavisinin sökülmesine izin vermeyecek nitelikte olduğu durumlar gibi çeşitli nedenlerle cerrahi olmayan yaklaşımlar yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada periapikal cerrahi, kök kanal tedavisinin başarısız olduğu ya da cerrahi olmayan retreatmentin uygulanamadığı olgularda dişin çekimden korunmasını sağlayan önemli bir tedavi seçeneği olarak devreye girmektedir (Kim ve Kratchman, 2006).

Son yirmi yılda periapikal cerrahi, geleneksel apeks rezeksiyonu anlayışından uzaklaşarak dental operasyon mikroskobu, ultrasonik uçlar, biyoseramik esaslı retrograd dolgu materyalleri ve üç boyutlu görüntüleme teknolojilerinin bütünleştiği bir mikrocerrahi disiplinine dönüşmüştür. Bu dönüşüm, cerrahi başarı oranlarını anlamlı şekilde artırmış ve endikasyon yelpazesini genişletmiştir (vonArx, 2011; Setzer ve ark., 2010).

Bu bölümde periapikal cerrahinin temel ilkeleri, güncel tanısal ve cerrahi teknolojiler, retrograd dolgu materyallerindeki gelişmeler, yara iyileşmesini destekleyen biyolojik yaklaşımlar ve alternatif cerrahi seçenekler güncel literatür ışığında ele alınacaktır.

2. Periapikal Cerrahinin Tanımı, Amacı ve Tarihsel Gelişimi

Periapikal cerrahi (kök ucu cerrahisi, apikal cerrahi), kök kanal sistemi kaynaklı enfeksiyonun periradiküler dokularda oluşturduğu patolojinin cerrahi yolla, doğrudan lezyon bölgesine erişilerek tedavi edilmesini ifade eden bir dizi işlemi kapsar. Klasik anlamda apikoektomi (kök ucu rezeksiyonu), lezyonun küretajı ve retrograd kavite hazırlığı ile retrograd dolgu uygulamasından oluşan bu yaklaşım, günümüzde 'endodontik mikrocerrahi' terimi altında yeniden tanımlanmaktadır (Kim ve Kratchman, 2006). Amaç, kök kanal sisteminin apikal bölümünde cerrahi olmayan yöntemlerle temizlenemeyen enfekte dokunun uzaklaştırılması, kök ucu kesit yüzeyinin hermetik biçimde kapatılması ve periradiküler dokuların fizyolojik iyileşmesinin sağlanmasıdır.

Tarihsel süreçte çıplak gözle veya loop büyütme ile gerçekleştirilen, geniş kesi ve kaba rezeksiyon açılırlarına dayanan geleneksel apeks rezeksiyonu, yüksek oranda başarısızlık ve komplikasyonla ilişkilendirilmiştir. Dental operasyon mikroskobunun endodontik cerrahiye entegrasyonu, mikrocerrahi enstrümanların geliştirilmesi ve ultrasonik retrograd hazırlık tekniklerinin tanımlanmasıyla birlikte bu alan köklü bir paradigma değişimi yaşamıştır. Güncel literatürde mikrocerrahi tekniklerin geleneksel yaklaşıma kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksek başarı oranlarına sahip olduğu bildirilmektedir (Setzer ve ark., 2010).

3. Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

Periapikal cerrahi, her periapikal lezyon için değil, belirli klinik koşulları karşılayan olgular için değerlendirilmesi gereken bir tedavi seçeneğidir. Güncel uzman görüş birliği raporları, cerrahi endikasyonları sistematik biçimde tanımlamaktadır (Wang ve ark., 2025). Başlıca endikasyonlar arasında; cerrahi olmayan kök kanal tedavisi veya retreatment sonrasında persistan semptomların ya da radyografik lezyonun devam etmesi, kanal içi post, geniş kor restorasyon veya kırık enstrüman gibi nedenlerle koronal yoldan yeniden tedaviye erişimin mümkün olmadığı durumlar, apikal bölgede gerçek kistik lezyon şüphesi, kök ucu kırıkları, aşırı taşırılmış dolgu materyaline bağlı yabancı cisim reaksiyonları ve biyopsi gereksinimi sayılabilir.

Kontrendikasyonlar ise mutlak ve göreceli olarak sınıflandırılabilir. KontROLSÜZ sistemik hastalıklar (özellikle kontROLSÜZ kardiyovasküler durumlar), düzeltilemeyen kanama diyetazleri, ağır immünsüpresyon, bifosfonat veya baş-boyun radyoterapisi öyküsüne bağlı osteonekroz riski taşıyan hastalar mutlak veya göreceli kontrendikasyon oluşturmaktadır. Ayrıca anatomik olarak mandibular kanal, mentalforamen veya maksiller sinüse aşırı yakın kök ucu lokalizasyonu, cerrahi erişimin teknik olarak güç olduğu periodontal açıdan zayıf destekli dişler ve hastanın cerrahiye tolere edemeyecek genel durumu da dikkatle değerlendirilmesi gereken sınırlayıcı faktörlerdir (Wang ve ark., 2025).

4. Cerrahi Öncesi Değerlendirme: Klinik Muayene ve İleri Görüntüleme

Periapikal cerrahi planlamasında ayrıntılı klinik muayene, periodontal durumun değerlendirilmesi ve doğru radyografik tanı büyük önem taşımaktadır. Konvansiyonel periapikal radyograflar iki boyutlu bir görüntü sundukları için kök morfolojisi, lezyonun gerçek boyutu, komşu anatomik oluşumlarla ilişkisi ve bukko-lingual yerleşimi hakkında sınırlı bilgi vermektedir. Bu sınırlılık, konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT/CBCT) endodontik cerrahi planlamasına dahil edilmesiyle büyük ölçüde aşılmıştır (Durack ve Patel, 2012).

CBCT görüntüleme, lezyonun üç boyutlu sınırlarının, kortikal kemik bütünlüğünün, kök ucu ile mandibular kanal veya maksiller sinüs tabanı arasındaki mesafenin ve olası ek/aksesuar kanalların ameliyat öncesinde net biçimde belirlenmesine olanak tanır. Bu sayede flep tasarımı, osteotomi bölgesinin lokalizasyonu ve rezeksiyon açısı gibi kritik cerrahi kararlar, ameliyat öncesinde daha isabetli biçimde planlanabilmektedir. Bununla birlikte CBCT kullanımı, radyasyon dozu ve maliyet gibi faktörler göz önünde bulundurularak 'gerektiğinde ve klinik kararı değiştirecekse' ilkesiyle sınırlı ve gerekçeli biçimde uygulanmalıdır (Durack ve Patel, 2012).

5. Dijital Planlama ve Rehberli Endodontik Cerrahi

Periapikal cerrahinin en dikkat çekici güncel gelişimlerinden biri, CBCT verileri ile optik yüzey taramalarının bütünleştirilmesiyle oluşturulan dijital

cerrahi rehberlerin kullanımıdır. 'Rehberli endodontik cerrahi' olarak adlandırılan bu yaklaşım statik ve dinamik navigasyon sistemleri olmak üzere iki temel kategoride incelenmektedir. Statik rehberli sistemlerde, hastaya özgü olarak üç boyutlu yazıcıyla üretilen bir şablon aracılığıyla osteotomi ve rezeksiyon hattı önceden planlanan konum ve açıda sabitlenirken; dinamik navigasyon sistemlerinde gerçek zamanlı optik izleme teknolojisi kullanılarak cerrahi aletin konumu ekran üzerinden anlık olarak takip edilmektedir.

Bu teknolojilerin özellikle palatinal kök ucu gibi klinik olarak lokalize edilmesi güç, derin yerleşimli veya anatomik olarak riskli bölgelerde osteotomi hacmini küçültme, sağlıklı kemik ve komşu anatomik yapıların korunması ve cerrahi süreyi kısaltma potansiyeli taşıdığı bildirilmektedir. Yakın tarihli randomize kontrollü bir çalışmada dinamik navigasyon sisteminin, statik rehberli sisteme kıyasla osteotomi doğruluğu açısından karşılaştırılabilir ya da bazı parametrelerde üstün sonuçlar verdiği, ancak öğrenme eğrisi ve ekipman maliyetinin klinik uygulanabilirliği sınırlayan faktörler olduğu vurgulanmıştır (Chen ve ark., 2026). Rehberli cerrahi, halihazırda tüm olgularda rutin bir standart olmaktan çok, anatomik zorluk düzeyi yüksek seçilmiş vakalarda tercih edilen tamamlayıcı bir teknoloji konumundadır.

6. Cerrahi Teknik İlkeleri: Geleneksel Yaklaşımdan Mikrocerrahiye

6.1. Yumuşak Doku Yönetimi ve Flep Tasarımı

Fleptasarımı, hem cerrahi görüş alanının hem de postoperatif yara iyileşmesinin kalitesini doğrudan etkileyen kritik bir aşamadır. Günümüzde tam kalınlıklı mukoperiostealfleplerin, keskin diseksiyon ile kaldırılması, flep kenarlarının sağlam kemik üzerinde sonlandırılması ve papilla dokusunun korunmasına özen gösterilmesi önerilmektedir. Submarjinal (Ochsenbein-Luebke tipi) flepler estetik bölgelerde diş eti çekilmesi riskini azaltmak amacıyla seçilebilirken, yeterli kemik desteğinin bulunmadığı olgularda marjinal (Full mukoperiosteal) flep tasarımı tercih edilmektedir (Kim ve Kratchman, 2006).

6.2. Osteotomi ve Lezyonun Küretajı

Kortikal kemik penceresi açılırken amaç, mümkün olan en küçük osteotomi çapıyla kök ucuna güvenli erişimin sağlanmasıdır. Bu aşamada piezoelektrik cerrahi cihazlarının kullanımı son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır. Piezocerrahi, yalnızca mineralize sert dokuda etkili kesim yapıp yumuşak dokuya (sinir, damar, mukoza) zarar vermeyen mikro-titreşimli kesim mekanizması sayesinde, geleneksel rotari frezlere kıyasla daha konservatif bir osteotomi, daha iyi görüş alanı ve azaltılmış yumuşak doku travması sunmaktadır (Abella ve ark., 2014). Kemik penceresi açıldıktan sonra granülasyon dokusu ve periapikal lezyon dikkatli bir küretaj ile uzaklaştırılır; şüpheli dokular histopatolojik inceleme için saklanmalıdır.

6.3. Kök Ucu Rezeksiyonu (Apikoektomi)

Geleneksel yaklaşımda kök ucuna geniş bir açı (45 derece civarında) ile eğimli rezeksiyon uygulanırken, bu teknik, açığa çıkan dentintübüllerinin sayısını artırarak mikrosızıntı riskini yükseltmekte ve labial/bukkal kortikal kemikte gereksiz kayba yol açmaktadır. Mikrocerrahi ilkeleri, kök uzun eksenine mümkün olduğunca dik (0-10 derece) bir rezeksiyon açısı önermekte; bu sayede daha az dentintübülü açığa çıkmakta, lingual/palatinal kanallar ve isthmus (kanal ağızları arası bağlantı) bölgeleri daha güvenilir biçimde görüntülenebilmektedir. Rezeksiyon uzunluğu genellikle kök ucundan 3 milimetre olacak şekilde planlanır; bu mesafenin apikal delta ve yan kanalların büyük bölümünü ortadan kaldırdığı bilinmektedir (Kim ve Kratchman, 2006).

6.4. Retrograd Kavite Hazırlığı

Rezeksiyon sonrası kesit yüzeyinde metilen mavisi boyama ve yüksek büyütme altında inceleme ile isthmus, ek kanal veya çatlak varlığı araştırılmalıdır. Retrograd kavite hazırlığında günümüzde standart yaklaşım, geleneksel döner frezler yerine ultrasonik mikro-uçların (retrotip) kullanılmasıdır. Ultrasonik uçlar, kök kanalının uzun eksenine paralel, yeterli derinlikte (yaklaşık 3 milimetre) ve konservatif çaplı bir kavite hazırlanmasına imkân tanırken, geleneksel frez kullanımının neden olduğu perforasyon ve gereksiz diş dokusu kaybı riskini büyük ölçüde azaltmaktadır. Dental operasyon mikroskobu ile birleştirildiğinde bu teknik, isthmus bölgelerinin de eksiksiz temizlenmesini mümkün kılmaktadır (Kim ve Kratchman, 2006; Wang ve ark., 2025).

7. Retrograd Dolgu Materyallerinde Güncel Yaklaşımlar

Retrograd kavitenin hermetik biçimde kapatılması, periapikal cerrahinin uzun dönem başarısını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Amalgam ve çinko oksit öjenol türevi materyaller (IRM, Süper-EBA) tarihsel olarak yaygın kullanılmış olsa da, biyouyumluluk, mikrosızıntı direnci ve sert doku indüksiyon kapasitesi bakımından sınırlılıkları nedeniyle günümüzde kalsiyum silikat esaslı biyoseramik materyallere doğru belirgin bir eğilim gözlenmektedir (Paños-Crespo ve ark., 2021).

Mineral trioksit agregat (MTA), yüksek biyouyumluluğu, nemli ortamda sertleşebilme özelliği ve sementoblast aktivitesini destekleyerek yeni sert doku oluşumunu teşvik etmesi nedeniyle uzun süredir altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak uzun sertleşme süresi ve manipülasyon güçlüğü gibi dezavantajları, Biodentine ve önceden karıştırılmış biyoseramik putty/paste formülasyonları gibi yeni nesil kalsiyum silikat esaslı materyallerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Abusrewil ve ark., 2018). Sistematik derlemeler, farklı retrograd dolgu materyalleri arasında klinik başarı oranları açısından bazı çalışmalarda anlamlı farklar bulunmadığını, ancak biyoseramik

esaslı materyallerin genel olarak daha yüksek veya en az geleneksel materyaller kadar iyi başarı oranlarıyla ilişkilendirildiğini göstermektedir (Amador-Cabejalı ve ark., 2022). Retrograd dolgu materyalinin seçimi kadar, dolgunun apikal sızdırmazlığı ve marjinal adaptasyonu da prognozu belirleyen bağımsız değişkenler olarak tanımlanmıştır (Peñarrocha ve ark., 2007).

Tablo 1 Güncel retrograd dolgu materyallerinin karşılaştırılmalı özeti

Materyal	Avantajları	Sınırlılıkları	Kaynak
MTA (Mineral Trioksit Agregat)	Yüksek biyouyumluluk, iyi kapama kalitesi, sementogenez indüksiyonu	Uzun sertleşme süresi, nemli ortamda manipülasyon güçlüğü, olası diş rengi değişimi	Paños-Crespo ve ark., 2021
Biodentine (Kalsiyum Silikat Esaslı)	Kısa sertleşme süresi, kolay manipülasyon, yüksek basma dayanımı	Uzun dönem klinik veri MTA'ya göre daha sınırlı	Abusrewil ve ark., 2018
Biyoseramik Putty/Paste (ör. EndoSequence BC)	Önceden karıştırılmış hazır form, nem toleransı, düşük çözünürlük	Maliyet, çıkarılabilirliğin (retreatment) güçlüğü	Amador-Cabejalı ve ark., 2022
IRM / Süper-EBA (Çinko Oksit Öjenol Türevleri)	Düşük maliyet, kolay erişilebilirlik, uzun kullanım geçmişi	Kalsiyum silikat esaslı materyallere göre daha düşük biyoaktivite	Peñarrocha ve ark., 2007

8. Yara İyileşmesini Hızlandırmaya Yönelik Biyolojik Yaklaşımlar

Periapikal cerrahi sonrası kemik defektinin niteliği (özellikle apikomarjinal defektlerde her iki kortikal plağın kaybı söz konusu olduğunda) iyileşme sürecini yavaşlatabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda otolog trombosit konsantrelerinin (trombositten zengin fibrin -PRF-, trombositten zengin plazma -PRP-) ve çeşitli kemik greft materyallerinin periapikal cerrahiye adjuvan olarak eklenmesi araştırılmaktadır. PRF, hastanın kendi kanından basit santrifüjleme ile elde edilen, içerdiği büyüme faktörleri (PDGF, TGF- β , VEGF) aracılığıyla anjiyogenezi, osteoblastik aktiviteyi ve yumuşak doku iyileşmesini desteklediği düşünülen fibrin matrisli bir konsantredir (vonArx ve AlSaeed, 2011).

Klinik çalışmalarda PRF membranının, özellikle geniş kemik defektli olgularda radyografik kemik dolumunu hızlandırdığı ve postoperatif rahatsızlığı azalttığı yönünde bulgular bildirilmiştir (Thanikasalam ve ark., 2018). Bununla birlikte literatürdeki çalışmaların örneklem büyüklüğü, izlem süresi ve

metodolojik heterojenliği nedeniyle, PRF ve benzeri trombosit konsantrelerinin periapikal cerrahi başarısına katkısı konusunda kesin ve genellenebilir sonuçlara ulaşmak için daha uzun izlem süreli, standardize edilmiş çok merkezli çalışmalara gereksinim duyulmaktadır (vonArx ve AlSaeed, 2011). Yine de düşük maliyeti, kolay elde edilebilirliği ve minimal invaziv niteliği nedeniyle PRF, günümüz periapikal cerrahi pratiğinde giderek daha sık tercih edilen bir adjuvan yaklaşım haline gelmiştir.

9. Lazer Destekli Periapikal Cerrahi

Er:YAG, Er,Cr:YSGG ve CO2 gibi çeşitli lazer sistemlerinin periapikal cerrahide yumuşak doku insizyonu, osteotomi, kök ucu rezeksiyonu ve kavite dezenfeksiyonu amacıyla kullanımı araştırma konusu olmaya devam etmektedir. Lazer destekli yaklaşımların, geleneksel döner aletlere kıyasla daha az kanama ile çalışma imkânı, bakterisidal etki ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında potansiyel avantaj sağladığı ileri sürülmektedir. Ancak sert doku üzerindeki termal etkinin kontrol altında tutulmasının güçlüğü, ekipman maliyeti ve konvansiyonel tekniklere üstünlüğünü kanıtlayacak uzun dönemli, yüksek kanıt düzeyine sahip klinik çalışmaların sınırlı sayıda olması, lazer teknolojisinin periapikal cerrahideki yerini halihazırda tamamlayıcı bir seçenek olarak konumlandırmaktadır.

10. Cerrahi Bir Alternatif: İntentional Replantasyon

Anatomik olarak cerrahi erişimin son derece güç olduğu (örneğin ikinci molar dişlerin palatinal/lingual kökleri, derin yerleşimli lezyonlar) veya konvansiyonel periapikal cerrahinin ciddi anatomik risk taşıdığı seçilmiş olgularda intentional replantasyon (bilinçli/kasıtlı reimplantasyon) alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Bu teknikte diş atravmatik biçimde çekilir, ekstraoral ortamda kök ucu rezeksiyonu ve retrograd dolgu işlemleri hızlıca (periodontal ligamentin kuruma süresi minimumda tutularak) tamamlanır ve diş kendi soketine geri yerleştirilir.

Güncel sistematik derleme ve meta-analiz sonuçları, iyi vaka seçimi yapıldığında intentional replantasyonun kabul edilebilir düzeyde başarı oranlarına ulaşabildiğini, ancak kök rezorpsiyonu ve ankiloz gibi komplikasyon risklerinin konvansiyonel cerrahiye kıyasla daha belirgin olabileceğini göstermektedir (Javed ve ark., 2022). Bu nedenle intentional replantasyon, birinci basamak bir tedavi seçeneği olmaktan çok, diğer tüm cerrahi ve cerrahi olmayan seçeneklerin tükendiği veya anatomik olarak uygunsuz olduğu durumlar için saklanan, dikkatli hasta ve vaka seçimi gerektiren bir yöntem olarak değerlendirilmelidir.

11. Başarı Kriterleri, Prognoz ve Komplikasyonlar

Periapikal cerrahi sonrası başarının değerlendirilmesinde klinik semptomların (ağrı, şişlik, fistül) ortadan kalkmasının yanı sıra radyografik iyileşme kriterleri

esas alınmaktadır. Literatürde en sık atıf yapılan sınıflamalardan biri, iyileşmeyi tam iyileşme, iyileşmekte olan olgu, belirsiz iyileşme ve başarısızlık olmak üzere dört kategoride değerlendiren radyografik kriterlerdir . Güncel meta-analizler, dental operasyon mikroskobu, ultrasonik retrograd hazırlık ve biyoseramik dolgu materyallerinin bir arada kullanıldığı modern endodontik mikrocerrahi tekniğinin, geleneksel apeks rezeksiyonuna kıyasla anlamlı derecede yüksek başarı oranlarına (genellikle %90'ın üzerinde) ulaştığını göstermektedir (Setzer ve ark., 2010).

Prognozu etkileyen faktörler arasında periapikal lezyonun ön operatif radyografik boyutu, kök ucu rezeksiyon açısı ve uzunluğu, retrograd dolgunun apikal sızdırmazlığı, isthmusvarlığının doğru tespiti ve tedavi edilmesi, kortikal kemik bütünlüğü ve hastanın sigara kullanımı gibi sistemik/lokal faktörler yer almaktadır (Peñarrocha ve ark., 2007). Olası komplikasyonlar arasında geçici veya kalıcı parestezi, maksiller sinüs perforasyonu, aşırı kanama, yetersiz kemik iyileşmesi, diş eti çekilmesi ve estetik bölgelerde papilla kaybı sayılabilir; bu risklerin büyük bölümü, dikkatli ameliyat öncesi planlama, uygun görüntüleme yöntemlerinin kullanımı ve mikrocerrahi ilkelerine sıkı bağlılıkla önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Wang ve ark., 2025).

12. Sonuç

Periapikal cerrahi, cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin veya retreatmentin yetersiz kaldığı olgularda dişin fonksiyonel olarak korunmasını sağlayan, son yirmi yıl içinde köklü bir teknolojik ve kavramsal dönüşüm geçirmiş bir tedavi disiplini. Dental operasyon mikroskobu, ultrasonik retrograd hazırlık ve kalsiyum silikat esaslı biyoseramik dolgu materyallerinin bütünleştirilmesiyle şekillenen modern endodontik mikrocerrahi, geleneksel apeks rezeksiyonuna kıyasla belirgin biçimde yüksek başarı oranları sunmaktadır. CBCT temelli üç boyutlu görüntüleme ve rehberli cerrahi teknolojileri, özellikle anatomik olarak zorlu olgularda ameliyat öncesi planlamanın hassasiyetini artırmakta; PRF gibi biyolojik adjuvan yaklaşımlar ise yara iyileşme sürecini destekleme potansiyeli taşımaktadır. Bununla birlikte her hastanın bireysel anatomik, sistemik ve lokal koşullarının titizlikle değerlendirilmesi, doğru endikasyon konulması ve mikrocerrahi ilkelerine sadık kalınması, periapikal cerrahinin uzun dönem başarısının temel belirleyicisi olmaya devam etmektedir. Gelecekte dinamik navigasyon sistemlerinin klinik erişilebilirliğinin artması ve rejeneratif tekniklere yönelik daha yüksek kanıt düzeyine sahip çalışmaların yapılması, bu alandaki uygulamaların daha da standartlaşmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abella, F., de Ribot, J., Doria, G., Duran-Sindreu, F., & Roig, M. (2014). Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery: A literature review. *Journal of Endodontics*, 40(3), 325-332.
- Abusrewil, S. M., McLean, W., & Scott, J. A. (2018). The use of bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 30(4), 273-282.
- Amador-Cabejalí, A., Pardal-Peláez, B., Quispe-López, N., Lobato-Carreño, M., Sanz-Sánchez, Á., & Montero, J. (2022). Influence of the retrograde filling material on the success of periapical surgery: Systematic review and meta-analysis by groups. *Coatings*, 12(8), 1140.
- Chen, C., Zhang, R., Qin, L., Lin, Y., Zhang, X., & Meng, L. (2026). Accuracy of dynamic navigation compared with static navigation for guided endodontic microsurgery: A randomised controlled trial. *Journal of Dentistry*, 173, 106749.
- Durack, C., & Patel, S. (2012). Cone beam computed tomography in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 23(3), 179-191.
- Javed, F., Zafar, K., & Khan, F. R. (2022). Outcome of intentional replantation of endodontically treated teeth with periapical pathosis: A systematic review and meta-analysis. *Australian Endodontic Journal*, 49(Suppl. 1), 494-507.
- Kim, S., & Kratchman, S. (2006). Modern endodontic surgery concepts and practice: A review. *Journal of Endodontics*, 32(7), 601-623.
- Paños-Crespo, A., Sánchez-Torres, A., & Gay-Escoda, C. (2021). Retrograde filling material in periapical surgery: A systematic review. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 26(4), e422-e429.
- Peñarrocha, M., Martí, E., García, B., & Gay, C. (2007). Relationship of periapical lesion radiologic size, apical resection, and retrograde filling with the prognosis of periapical surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(8), 1526-1529.
- Setzer, F. C., Shah, S. B., Kohli, M. R., Karabucak, B., & Kim, S. (2010). Outcome of endodontic surgery: A meta-analysis of the literature—Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1757-1765.
- Thanikasalam, M., Ahamed, S., Narayana, S. S., Bhavani, S., & Rajaraman, G. (2018). Evaluation of healing after periapical surgery using platelet-rich fibrin and nanocrystalline hydroxyapatite with collagen in combination with platelet-rich fibrin. *Endodontology*, 30(1), 25-31.
- von Arx, T. (2011). Apical surgery: A review of current techniques and outcome. *The Saudi Dental Journal*, 23(1), 9-15.

- vonArx, T., &AlSaeed, M. (2011). The use of regenerative techniques in apical surgery: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 23(3), 113-127.
- Wang, H., Xu, X., Bian, Z., Liang, J., Chen, Z., ve ark. (2025). Expert consensus on apical microsurgery. *International Journal of Oral Science*, 17(1), Article 2.

BÖLÜM 4

Vestibüloplasti ve Güncel Yaklaşımlar

Yunus Emre Demirci¹

Meryem Taş Reyhanoğlu²

¹ Arş. Gör., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0002-1347-5470

² Uzman Dt., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0008-8069-3025

1. GİRİŞ

Vestibüler derinlik, alveoler kret ile dudak veya yanak arasındaki fonksiyonel yumuşak doku mesafesini ifade eder ve protez stabilitesi ile oral hijyenin sürdürülebilmesinde klinik önem taşır (Kalakonda et al., 2016).

Alveoler rezorpsiyon ilerledikçe vestibül derinliği azalabilir ve hareketli yumuşak dokuların kret üzerine etkisi artabilir (Mohanty et al., 2025).

Vestibüloplastinin temel amacı, hareketli mukozayı ve kas bağlantılarını yeniden konumlandırarak daha derin ve fonksiyonel bir vestibül oluşturmaktır (Sikkerimath et al., 2012).

İmplant tedavisinin yaygınlaşmasıyla işlem, yalnızca protez stabilitesini artıran preprotetik bir yöntem olmaktan çıkmış ve peri-implant keratinize dokunun yönetiminde de kullanılan bir mukogingival cerrahi haline gelmiştir (Lee et al., 2021).

2. ENDİKASYONLAR

Vestibüloplastinin başlıca endikasyonları sığ vestibül, yetersiz keratinize veya yapışık mukoza, hareketli yumuşak dokuların protez ya da implant çevresindeki hijyeni güçleştirmesi ve protez kenarlarının yeterli uzatılamamasıdır (Kalakonda et al., 2016; Lee et al., 2021).

İmplant çevresinde vestibüloplastinin amacı yalnızca sulkus derinliğini artırmak değil, hastanın plak kontrolünü kolaylaştıracak yeterli ve stabil keratinize doku elde etmektir (Lee et al., 2021).

Mandibular molar implantlar çevresinde yapılan çalışmalarda modifiye periosteal fenestrasyon ve serbest dişeti grefti, yalnızca apikal pozisyonlandırılmış flebe göre daha fazla keratinize doku kazanımı sağlamıştır (Lee et al., 2021).

3. KAZANJIAN VE CLARK TEKNİKLERİ

Kazanjian ve Clark teknikleri vestibüloplastinin klasik cerrahi yaklaşımları arasında yer almakta ve günümüzde çeşitli modifikasyonlarla uygulanmaktadır (Sikkerimath et al., 2012).

Clark tekniğinde vestibüler mukozanın yeniden konumlandırılmasıyla yeni sulkus oluşturulur ve açık yara yüzeyi sekonder iyileşmeye bırakılabilir (Sikkerimath et al., 2012).

Clark tekniğinin önemli sorunlarından biri, iyileşme sırasında meydana gelen yara kontraksiyonunun başlangıçta kazanılan vestibüler derinliği azaltabilmesidir (Samandari et al., 2004; Sikkerimath et al., 2012).

Amniyotik membranın Clark tekniğine eklenmesiyle üç aylık takipte greftsiz uygulamaya göre daha yüksek vestibüler derinlik elde edildiği bildirilmiştir (Sikkerimath et al., 2012).

4. SERBEST DİŞETİ GREFTİ

Serbest dişeti grefti, vestibüloplasti sırasında keratinize doku miktarını artırmak ve cerrahi olarak oluşturulan vestibüler derinliğin korunmasına katkı sağlamak amacıyla kullanılan en yerleşik yöntemlerden biridir (Lim et al., 2018).

Posterior mandibular implant çevresinde yapılan karşılaştırmalı çalışmada serbest dişeti grefti, kollajen matriks ve yalnızca apikal pozisyonlandırılmış flep ile karşılaştırılmıştır (Lim et al., 2018).

Bu çalışmada serbest dişeti grefti grubunda keratinize doku büzülmesinin daha düşük olduğu ve keratinize doku kazanımının daha öngörülebilir olduğu bildirilmiştir (Lim et al., 2018).

Bununla birlikte palatal donör saha oluşturulması, ağrı ve ek cerrahi alan gibi dezavantajlar nedeniyle alternatif materyallerin geliştirilmesine yönelik ilgiyi artırmıştır (Schmitt et al., 2013).

5. KOLLAGEN MATRİKS

Porcine kaynaklı kollajen matriksler, serbest dişeti greftine alternatif olarak donör saha gerektirmeyen biyomateryaller arasında değerlendirilmektedir (Schmitt et al., 2013).

Posterior mandibular implant çevresindeki karşılaştırmalı çalışmada kollajen matriks ile apikal pozisyonlandırılmış flebin estetik sonuçları serbest dişeti greftine göre daha olumlu bulunmuş, ancak serbest dişeti grefti keratinize doku miktarının korunmasında daha öngörülebilir olmuştur (Lim et al., 2018).

Kollajen matrikslerin en önemli klinik avantajlarından biri, palatal donör saha cerrahisini ortadan kaldırarak tedavinin cerrahi morbiditesini azaltabilmesidir (Schmitt et al., 2013).

6. AMNİYOTİK MEMBRAN

Amniyotik membran, vestibüloplasti sonrası açık yara yüzeyini örtmek ve sekonder kontraksiyonu azaltmak amacıyla araştırılmış biyolojik materyallerden biridir (Samandari et al., 2004).

Clark tekniği ile birlikte amniyotik membran kullanılan hastalarda üç aylık takipte ortalama vestibüler derinliğin greftsiz gruba göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Sikkerimath et al., 2012).

Başka bir klinik çalışmada amniyotik membranla elde edilen başlangıç vestibüler derinliğinin takip süresince azaldığı, ancak materyalin açık yara

yüzeyinin örtülmesinde kullanılabilir olduğu gösterilmiştir (Samandari et al., 2004).

Bu nedenle amniyotik membran umut verici bir biyolojik örtü olmakla birlikte, uzun dönem stabilitesini değerlendiren daha güçlü klinik kanıtlara ihtiyaç vardır (Samandari et al., 2004).

7. PERİOSTEAL FENESTRASYON

Periosteal fenestrasyon, greft alınmasını gerektirmeden vestibüler derinliği ve yapışık doku miktarını artırmayı hedefleyen bir tekniktir (Lee et al., 2021).

Mandibular molar implantlar çevresinde yapılan çalışmada modifiye periosteal fenestrasyon, apikal pozisyonlandırılmış flep ve serbest dişeti grefti ile karşılaştırılmıştır (Lee et al., 2021).

On ikinci ayda modifiye periosteal fenestrasyon ve serbest dişeti grefti gruplarında yalnızca apikal pozisyonlandırılmış flebe kıyasla yaklaşık 2 mm ek keratinize doku kazanımı elde edilmiştir (Lee et al., 2021).

Aynı çalışmada modifiye periosteal fenestrasyon grubunda doku büzülmesi daha düşük, estetik profil ise serbest dişeti greftine göre daha iyi bulunmuştur (Lee et al., 2021).

2025 yılında yayımlanan karşılaştırmalı klinik çalışmada periosteal fenestrasyon, Kazanjian tekniği ve serbest dişeti grefti ile değerlendirilmiş; tüm gruplarda vestibüler derinlik artmış, periosteal fenestrasyon grubunda ağrı ve iyileşme sonuçları daha olumlu bulunmuştur (Mohanty et al., 2025).

8. LAZER DESTEKLİ VESTİBÜLOPLASTİ

Diode lazer, yumuşak doku cerrahisinde kesim ve hemostaz avantajları nedeniyle vestibüloplasti için alternatif bir araç olarak kullanılabilir (Kalakonda et al., 2016).

Yirmi hastanın dahil edildiği randomize çalışmada diode lazer uygulanan hastalarda bistüri grubuna göre daha düşük ağrı ve rahatsızlık skorları ve daha iyi erken iyileşme sonuçları bildirilmiştir (Kalakonda et al., 2016).

Diode lazerle vestibüloplasti yapılan bir olgu sunumunda antikoagülan kullanan bir hastada tedavi kesilmeden işlem gerçekleştirilebildiği bildirilmiştir (Vescovi et al., 2020).

Bu sonuçlar lazerin seçilmiş hastalarda yararlı olabileceğini düşündürse de, lazer parametrelerinin ve uzun dönem sonuçların daha geniş çalışmalarla değerlendirilmesi gerekir (Kalakonda et al., 2016).

9. LAZER DESTEKLİ PERİOSTEAL FENESTRASYON

2026 yılında yayımlanan bir klinik teknik raporunda diode lazer destekli periosteal fenestrasyon, peri-implant vestibüloplastide greftsiz bir seçenek olarak tanımlanmıştır (Lee et al., 2026).

Bu protokolda diode lazer kontrollü yumuşak doku diseksiyonu ve hemostaz için kullanılırken, periosteal fenestrasyon mekanik olarak ve irrigasyon altında gerçekleştirilmektedir (Lee et al., 2026).

Tekniğin temel amacı, lazerin cerrahi görüş ve kanama kontrolü avantajlarından yararlanırken periosteal fenestrasyonu mekanik olarak gerçekleştirerek kemik dokusunda termal hasar riskini azaltmaktır (Lee et al., 2026).

Bildirimde temsili olguda yapışık mukoza miktarının yaklaşık 6 mm arttığı ve 18 ayda yaklaşık 4 mm düzeyinde stabil kaldığı, sonuçların üç yıllık takipte de korunduğu belirtilmiştir (Lee et al., 2026).

Yöntemin mevcut kanıtı klinik teknik raporu ve sınırlı olgu verileriyle sınırlı olduğundan, rutin kullanımdaki yerini belirlemek için kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (Lee et al., 2026).

10. RELAPS VE POSTOPERATİF YÖNETİM

Vestibüloplastinin önemli sınırlılıklarından biri, yara kontraksiyonu ve yumuşak dokunun yeniden şekillenmesine bağlı olarak başlangıçta kazanılan vestibüler derinliğin zamanla azalabilmesidir (Samandari et al., 2004; Sikkerimath et al., 2012).

Amniyotik membran kullanılan Clark vestibüloplastisinde altı aylık takipte vestibüler derinlikte yüzde 17 ile 40 arasında azalma bildirilmiştir (Samandari et al., 2004).

Bu bulgu, erken dönemde elde edilen vestibüler derinliğin uzun dönem anatomik sonuçlarla aynı kabul edilmemesi gerektiğini göstermektedir (Samandari et al., 2004).

İmplant çevresindeki çalışmalarda doku büzülmesinin önemli bir bölümünün ilk altı ay içinde gerçekleştiği bildirilmiştir (Lim et al., 2018).

Bu nedenle postoperatif takipte vestibüler derinliğin yanı sıra keratinize doku genişliği, doku stabilitesi ve hastanın plak kontrolü birlikte değerlendirilmelidir (Lee et al., 2021).

11. KLİNİK YAKLAŞIM VE TEKNİK SEÇİMİ

Vestibüloplasti tekniğinin seçimi, yalnızca vestibüler derinliğin miktarına göre değil, aynı zamanda keratinize doku gereksinimi, implant veya protez planı,

donör saha kabulü ve hastanın estetik beklentilerine göre yapılmalıdır (Lee et al., 2021).

Belirgin keratinize doku artışı istenen olgularda serbest dişeti grefti daha öngörülebilir bir seçenek olarak değerlendirilebilir (Lim et al., 2018).

Donör saha oluşturulmasının istenmediği hastalarda kollajen matriks veya periosteal fenestrasyon gibi alternatifler düşünülebilir (Schmitt et al., 2013; Lee et al., 2021).

Erken postoperatif ağrı ve rahatsızlığın azaltılmasının öncelikli olduğu seçilmiş hastalarda diode lazer destekli yaklaşım alternatif oluşturabilir (Kalakonda et al., 2016).

İmplant çevresinde özellikle posterior bölgelerde greftsiz bir yaklaşım isteniyorsa modifiye periosteal fenestrasyon uygun olgularda değerlendirilebilir (Lee et al., 2021).

Teknik seçiminin klinik hedefler doğrultusunda yapılabilmesi için vestibüloplastide kullanılan başlıca yaklaşımların temel özellikleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Teknik	Temel amaç / kullanım alanı	Başlıca avantaj	Temel sınırlılık	Kaynak
Kazanjian / Clark	Vestibüler derinliğin artırılması ve yumuşak dokularının yeniden konumlandırılması	Klasik ve temel cerrahi yaklaşım; farklı modifikasyonlara uygundur.	Yara kontraksiyonu başlangıçta kazanılan vestibüler derinliği azaltabilir.	Sikkerimath et al. (2012); Samandari et al. (2004)
Serbest dişeti grefti	Keratinize doku miktarının artırılması ve kazanılan vestibüler derinliğin korunmasına katkı	Keratinize doku kazanımı ve stabilitesi açısından öngörülebilir.	Palatal donör saha gerektirir; ek cerrahi morbidite oluşturabilir.	Lim et al. (2018)
Kollajen matriks	Donör saha gerektirmeden vestibüloplastik ve keratinize doku desteği	Palatal donör saha cerrahisini ortadan kaldırabilir; estetik sonuçlar olumlu olabilir.	Serbest dişeti greftine kıyasla keratinize doku miktarının korunması daha az öngörülebilir olabilir.	Schmitt et al. (2013); Lim et al. (2018)

Periosteal fenestrasyon	Özellikle implant çevresinde greftsiz vestibüler derinlik ve keratinize doku kazanımı	Donör saha gerektirmez; modifiye teknikte doku büzülmesi daha düşük bildirilmiştir.	Kanıtlar ağırlıklı olarak sınırlı klinik çalışmalara dayanmaktadır.	Lee et al. (2021); Mohanty et al. (2025)
Diode lazer destekli vestibüloplasti	Yumuşak doku kesimi, hemostaz ve seçilmiş vestibüloplasti olguları	Erken dönemde ağrı ve rahatsızlık daha düşük bildirilebilir; hemostaz sağlar.	Lazer parametreleri ve uzun dönem sonuçlar için daha geniş çalışmalara ihtiyaç vardır.	Kalakonda et al. (2016); Vescovi et al. (2020)
Diode lazer destekli periosteal fenestrasyon	Peri-implant vestibüloplastide greftsiz yaklaşım	Lazerin görüş ve hemostaz avantajları ile mekanik fenestrasyonu birleştirir.	Mevcut kanıt klinik teknik raporu ve sınırlı olgu verileriyle sınırlıdır.	Lee et al. (2026)

12. SONUÇ

Vestibüloplasti, protez stabilitesi ve peri-implant yumuşak doku yönetimi açısından klinik değeri devam eden bir cerrahi yöntemdir (Kalakonda et al., 2016; Lee et al., 2021).

Klasik Kazanjian ve Clark teknikleri temel cerrahi yaklaşımlar olmayı sürdürürken, greftler ve biyomateryaller cerrahi olarak kazanılan vestibüler derinliğin korunmasına yönelik seçenekler sunmaktadır (Sikkerimath et al., 2012; Lim et al., 2018).

Serbest dişeti grefti keratinize doku kazanımı açısından öngörülebilirliğini korurken, kollajen matriks ve periosteal fenestrasyon donör saha gereksinimini azaltan alternatiflerdir (Lim et al., 2018; Lee et al., 2021).

Diode lazer ve lazer destekli periosteal fenestrasyon ise daha yeni yaklaşımlar olup özellikle hasta konforu ve cerrahi uygulanabilirlik açısından dikkat çekmektedir (Kalakonda et al., 2016; Lee et al., 2026).

Mevcut kanıtlar, vestibüloplasti için tek bir yöntemin tüm klinik durumlarda üstün olmadığını ve tedavinin anatomik bulgular ile tedavi hedeflerine göre bireyselleştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Lee et al., 2021; Mohanty et al., 2025).

KAYNAKLAR

- Kalakonda, B., Farista, S., Koppolu, P., Baroudi, K., Uppada, U., Mishra, A., Savarimath, A., & Lingam, A. S. (2016). Evaluation of patient perceptions after vestibuloplasty procedure: A comparison of diode laser and scalpel techniques. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(5), ZC96–ZC100. doi:10.7860/JCDR/2016/17623.7820
- Lee, W. P., Lee, K. H., Yu, S. J., & Kim, B. O. (2021). A retrospective comparison of 3 approaches of vestibuloplasty around mandibular molar implants: Apically positioned flap versus free gingival graft versus modified periosteal fenestration. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 51(5), 364–372. doi:10.5051/jpis.2007320366
- Lee, W. P., Min, G. H., Park, H. C., & Sohn, B. S. (2026). Diode laser-assisted periosteal fenestration for peri-implant vestibuloplasty: A clinical technique. *Clinical Advances in Periodontics*. Advance online publication. doi:10.1002/cap.70068
- Lim, H. C., An, S. C., & Lee, D. W. (2018). A retrospective comparison of three modalities for vestibuloplasty in the posterior mandible: Apically positioned flap only vs. free gingival graft vs. collagen matrix. *Clinical Oral Investigations*, 22(5), 2121–2128. doi:10.1007/s00784-017-2320-y
- Mohanty, D., et al. (2025). Evaluation of gained vestibular depth, pain perception and healing response following three different methods of vestibular deepening surgical techniques: A comparative clinical trial. *Journal of Indian Society of Periodontology*.
- Samandari, M. H., Yaghmaei, M., Ejlali, M., Moshref, M., & Shoja Saffar, A. (2004). Use of amnion as a graft material in vestibuloplasty: A preliminary report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(5), 574–578. doi:10.1016/S107921040400006X
- Schmitt, C. M., Tudor, C., Kiener, K., Wehrhan, F., Schmitt, J., Eitner, S., Agaimy, A., & Schlegel, K. A. (2013). Vestibuloplasty: Porcine collagen matrix versus free gingival graft: A clinical and histologic study. *Journal of Periodontology*, 84(7), 914–923. doi:10.1902/jop.2012.120084
- Shakeri, A., et al. (2011). Vestibuloplasty: Allograft versus mucosal graft. *Journal of Periodontology*.
- Sharma, Y., Maria, A., & Kaur, P. (2011). Effectiveness of human amnion as a graft material in lower anterior ridge vestibuloplasty: A clinical study. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 10(4), 283–287. doi:10.1007/s12663-011-0230-0
- Sikkerimath, B. C., Dandagi, S., Gudi, S. S., & Jayapalan, D. (2012). Comparison of vestibular sulcus depth in vestibuloplasty using standard Clark's technique

with and without amnion as graft material. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 2(1), 30–35. doi:10.4103/2231-0746.95313

Vescovi, P., et al. (2020). Laser vestibuloplasty for peri-implant gingiva implementation in the atrophic mandible of a medically compromised patient. *Cureus*. doi:10.7759/cureus.7349

BÖLÜM 5

**Ağız ve Çene Cerrahisinde Biyopsi
Örneklerinde Kullanılan Fiksatifler
ve Transport Solüsyonları**

***Muhammed Said Altun¹
Uzay Utku Yalman²***

¹ Öğr.Gör., Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 0009-0003-3810-4817

² Arş. Gör., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, 0009-0005-7616-5121

1. Giriş

Ağız, diş ve çene cerrahisi pratiğinde biyopsi, klinik ve radyolojik olarak kesin tanıya ulaşılamayan yumuşak doku, kemik ve odontojenik lezyonların değerlendirilmesinde temel tanısal yöntemlerden biridir [1]. Bununla birlikte biyopsinin tanısal değeri yalnızca doğru bölgeden yeterli miktarda doku alınmasına bağlı değildir. Örneğin çıkarılmasından patoloji laboratuvarında işlenmesine kadar geçen süreçte uygulanan fiksasyon, transport, saklama ve işleme basamakları da histopatolojik değerlendirmenin güvenilirliğini doğrudan etkiler. Bu nedenle cerrah tarafından alınan biyopsinin uygun şekilde hazırlanması, tanısal sürecin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir [2].

Biyopsi materyalinin yanlış bir solüsyona konulması veya uygun olmayan koşullarda laboratuvara gönderilmesi; hücresel morfolojinin bozulmasına, otolizin ilerlemesine, antijenlerin kaybına, mikrobiyolojik kültürlerin başarısız olmasına veya bazı moleküler incelemelerin gerçekleştirilememesine neden olabilir [2]. Özellikle rutin histopatoloji ile direkt immüno floresan inceleme için alınan örneklerin aynı şekilde gönderilmemesi gerektiği bilinmelidir [3]. Bu nedenle biyopsi alınmadan önce planlanan patolojik incelemenin belirlenmesi, kullanılacak fiksatif veya transport ortamının seçiminde ilk basamak olmalıdır [1].

2. Biyopsi Örneğinin Fiksasyonunun Temel Amacı

Fiksasyonun temel amacı, biyopsi alındığı andaki doku özelliklerini mümkün olduğunca koruyarak hücresel ve ekstrasellüler yapıların bozulmasını geciktirmek veya önlemektir. Fiksasyon aynı zamanda otolizi sınırlar, dokunun mekanik özelliklerini histolojik kesit alınmasına uygun hale getirir ve sonraki doku takip işlemlerinde morfolojik bütünlüğün korunmasına yardımcı olur. Bununla birlikte hiçbir fiksatif dokuyu tamamen değişmeden koruyamaz; kullanılan kimyasalın özelliklerine bağlı olarak protein yapısı, antijenite, nükleik asit bütünlüğü ve doku boyutlarında değişiklikler meydana gelebilir [1].

Fiksasyonun gecikmesi özellikle küçük oral biyopsilerde önemli olabilir. Ağız mukozası biyopsilerinin küçük olması nedeniyle işlem sırasında oluşabilecek ezilme, kuruma ve termal hasar gibi artefaktlar tanısal değerlendirmeyi zorlaştırabilir [4]. Bu nedenle doku çıkarıldıktan sonra gereksiz bekletilmemeli ve planlanan incelemeye uygun koruyucu ortama mümkün olan en kısa sürede aktarılmalıdır [2].

3. Rutin Histopatolojik İnceleme İçin Kullanılan Fiksatifler

3.1. %10 Nötral Tamponlu Formalin

Ağız ve çene cerrahisi biyopsilerinde rutin histopatolojik inceleme için en yaygın kullanılan fiksatif %10 nötral tamponlu formalindir. Bu solüsyon pratik kullanım, doku morfolojisinin yeterli düzeyde korunması ve rutin hematoksilan-

eoizin boyamasına uygun olması nedeniyle standart seçenек olarak kabul edilir. Ayrıca uygun koşullarda fikse edilen dokuların immünohistokimyasal ve birçok moleküler incelemeye de olanak sağlaması, formalinin klinik patolojideki kullanım alanını genişletmektedir [1].

Burada “%10 formalin” ifadesinin yaklaşık %4 formaldehit içeren çalışma solüsyonunu ifade ettiği unutulmamalıdır. Nötral tampon sistemi, formaldehit çözeltisinin zaman içerisinde asidik hale gelmesini sınırlandırarak doku morfolojisinin ve boyanma özelliklerinin daha iyi korunmasına katkıda bulunur. Bu nedenle rutin biyopsilerin mümkün olduğunca nötral tamponlu formalin içerisinde gönderilmesi tercih edilmelidir [1].

Formalin yeterli miktarda kullanılmalıdır. Genel uygulamada fiksatif hacminin doku hacminden belirgin şekilde fazla olması ve yaklaşık 10:1 oranının hedeflenmesi önerilmektedir [1]. Özellikle daha büyük eksizyon materyallerinde doku tamamen sıvı içerisinde kalmalı ve kabın hacmi örneğin sıkıştırılmasına neden olmayacak şekilde seçilmelidir [4].

3.2. Formalinin Avantajları ve Sınırlılıkları

Nötral tamponlu formalinin en önemli avantajı, rutin histopatolojik değerlendirme için yeterli düzeyde hücresel ve doku morfolojisi sağlamasıdır. Hematoksilen-eozin boyaması başta olmak üzere birçok histokimyasal yöntem ve çok sayıda immünohistokimyasal çalışma formalinle fikse edilmiş parafine gömülü dokular üzerinde gerçekleştirilebilir. Ayrıca formalin fiksasyonu, dokuların uzun süreli arşivlenebilmesine olanak sağlar [1].

Buna karşın formalin proteinleri çapraz bağladığından, bazı antijenlerin erişilebilirliğini azaltabilir ve nükleik asitlerin kalitesini olumsuz etkileyebilir. Bu durum özellikle uzun süreli veya aşırı fiksasyon sonrasında bazı immünohistokimyasal ve moleküler testlerde önem kazanır. Dolayısıyla formalin her türlü inceleme için uygun bir ortam olarak değerlendirilmemeli, istenen laboratuvar yöntemine göre örnekleme planlanmalıdır [1].

4. Özel Fiksatifler

4.1. Glutaraldehit

Glutaraldehit, rutin oral biyopsilerin standart fiksatif değıldir [1]. Daha çok elektron mikroskopisi gibi ultrastrüktürel değerlendirme gerektiren özel durumlarda kullanılır [2]. Proteinleri güçlü şekilde çapraz bağlama özelliğı sayesinde hücresel ultrastrüktürün korunmasına yardımcı olur; ancak bu özelliğı aynı zamanda bazı histokimyasal, immünohistokimyasal ve moleküler yöntemler açısından sınırlayıcı olabilir [1].

Elektron mikroskopisi planlanan bir çene cerrahisi olgusunda biyopsi alınmadan önce patoloji laboratuvarı ile iletişime geçilmesi gerekir. Çünkü kullanılacak glutaraldehit konsantrasyonu, örneğın boyutu, pH, tampon sistemi

ve laboratuvara ulaştırılma süresi incelenecek yapıya göre değişebilir [2]. Bu nedenle glutaraldehit, klinikte rutin olarak formalinin yerine kullanılacak bir solüsyon olarak değerlendirilmemelidir [1].

4.2. Bouin Fiksatif

Bouin fiksatif, pikrik asit, formaldehit ve asetik asit içeren klasik bir fiksatif kombinasyonudur. Özellikle bazı yumuşak doku ve bağ dokusu örneklerinde morfolojik ayrıntının iyi korunmasını sağlayabilse de modern rutin histopatoloji uygulamalarında kullanım alanı formaline kıyasla daha sınırlıdır. Ayrıca içeriğindeki bileşenler nedeniyle bazı immünohistokimyasal ve moleküler uygulamalar açısından dezavantajları bulunabilir [1].

Ağız ve çene cerrahisi açısından Bouin fiksatif, standart biyopsi materyalinin laboratuvara gönderilmesinde ilk tercih olarak düşünölmemelidir. Ancak belirli bir histopatolojik inceleme için patoloji laboratuvarı tarafından özellikle istenmişse kullanılabilir [1]. Böyle bir durumda örnek alınmadan önce ilgili laboratuvarın protokolü doğrulanmalıdır [2].

4.3. Alkol Bazlı Fiksatifler

Etanol ve diğer alkol bazlı fiksatifler protein çöktürücü özellikleri nedeniyle bazı histolojik ve sitolojik uygulamalarda kullanılabilir. Bununla birlikte oral cerrahi biyopsilerinin rutin histopatolojik değerlendirilmesinde nötral tamponlu formalin kadar genel amaçlı bir seçenek değildir. Alkol bazlı fiksasyonun doku sertliği ve bazı antijenlerin korunması üzerinde farklı etkileri bulunması nedeniyle kullanım amacı önceden belirlenmelidir [1].

5. Direkt İmmünofloresan İnceleme İçin Kullanılan Transport Solüsyonları

Ağız mukozasında pemfigus, mukozal pemfigoid, lineer IgA hastalığı ve diğer otoimmün vezikülobüllöz hastalıkların değerlendirilmesinde direkt immünofloresan inceleme önemli bir tanısal yöntemdir. Bu incelemede hedef, doku içerisinde bulunan immünooglobulin, kompleman ve diğer immünreaktanların lokalizasyonunu koruyabilmektir. Bu nedenle direkt immünofloresan amacıyla alınan örneğin rutin formaline konulması uygun değildir; ayrı bir biyopsi örneği alınması ve özel transport ortamlarının kullanılması gerekir [3].

Özellikle vezikülobüllöz hastalık şüphesinde rutin histopatoloji için alınacak örnek ile direkt immünofloresan için alınacak örneğin aynı materyalden elde edilmeye çalışılması tanısal sorunlara yol açabilir [3]. Pratik olarak bir örneğin formaline, diğerinin ise immünofloresan için uygun transport ortamına gönderilmesi çoğu durumda daha güvenli bir yaklaşımdır [1].

5.1. Michel Transport Medium

Michel solüsyonu, direkt immüno Floresan inceleme amacıyla alınan biyopsilerin taşınmasında en bilinen özel transport ortamlarından biridir. Bu ortamın temel amacı dokudaki immünreaktanların korunmasını sağlarken dokunun kısa süreli transport sırasında bozulmasını sınırlamaktır [3]. Michel ortamındaki biyopsilerin doğrudan formalinle fikse edilmiş örneklerden farklı olarak immüno Floresan değerlendirmeye uygun biçimde işlenmesi gerekir [8].

Oral mukozal biyopsilerde Michel solüsyonu özellikle pemfigus ve pemfigoid gibi otoimmün büllöz hastalıkların değerlendirilmesinde kullanılabilir [3]. Örnek mümkünse klinik olarak sağlam veya minimal etkilenmiş perilezyonel dokudan alınmalı ve ülser tabanından kaçınılmalıdır. Çünkü yoğun ülserasyon ve nekroz, immün birikimlerin doğru değerlendirilmesini güçleştirebilir [2].

5.2. Zeus ve Diğer İmmüno Floresan Transport Ortamları

Michel solüsyonunun yanı sıra bazı merkezlerde Zeus transport medium veya direkt immüno Floresan için hazırlanmış özel taşıma solüsyonları kullanılmaktadır. Bu ortamların ortak amacı doku içerisindeki immünreaktanların korunmasıdır [3]. Ancak solüsyonların içerikleri ve laboratuvar kabul koşulları farklı olabileceğinden biyopsi alınmadan önce gönderilecek merkezin kullandığı sistem öğrenilmelidir [7] [2].

6. Serum Fizyolojik ile Transport

Steril %0,9 NaCl solüsyonu bazı durumlarda immüno Floresan için taze doku transportunda kullanılabilir [2]. Bu yöntemde biyopsi örneği kurumamasını önleyecek şekilde serum fizyolojik ile nemlendirilmiş steril gazlı bez veya uygun steril kap içerisinde muhafaza edilir ve mümkün olduğunca hızlı biçimde laboratuvara ulaştırılır [4]. Serum fizyolojik, uzun süreli saklama amacı taşıyan bir fiksatif değildir; daha çok kısa süreli transport seçeneği olarak değerlendirilmelidir [1].

Serum fizyolojik ile taşınan örneklerin gecikmeden laboratuvara ulaştırılması özellikle önemlidir [2]. Bazı protokollerde kısa sürede ulaştırılan örneklerin direkt immüno Floresan inceleme için kullanılabildiği bildirilmekle birlikte, kabul edilen süre laboratuvarın kullandığı yöntem ve saklama koşullarına göre değişebilir [3]. Bu nedenle uzun süreli transport söz konusuysa Michel solüsyonu gibi uygun bir özel transport ortamı tercih edilmelidir [8].

7. Mikrobiyolojik İnceleme İçin Biyopsi Transportu

Bazı oral ve maksillofasial lezyonlarda histopatolojik incelemenin yanında bakteriyolojik, fungal veya mikobakteriyel değerlendirme gerekebilir. Böyle bir durumda biyopsi örneğinin formaline konulması kültür yapılmasını engelleyebileceğinden, mikrobiyolojik inceleme için ayrı ve steril bir örnek

alınmalıdır [1]. Örneğin hangi mikroorganizmanın araştırılacağına göre laboratuvar tarafından önerilen transport sistemi kullanılmalıdır [2].

Özellikle osteomyelit, derin baş-boyun enfeksiyonları, nekrotik kemik alanları veya atipik enfeksiyon şüphesinde histopatoloji ve mikrobiyoloji için aynı parçanın formalin içerisinde gönderilmesi tanısal seçenekleri sınırlandırabilir. Bu nedenle mümkün olduğunda biri histopatolojik, diğeri mikrobiyolojik değerlendirme için olmak üzere ayrı örnekler alınması daha uygun bir yaklaşımdır [1].

8. Lenfoid Doku ve Flow Sitometri Gerektiren Olgularda Transport

Ağız ve çene cerrahisi pratiğinde nadiren de olsa lenfoma veya başka hematolojik malignitelerin ön planda olduğu lenfoid lezyonlarla karşılaşılabilir [2]. Bu olgularda yalnızca rutin formalinli histopatolojik inceleme yeterli olmayabilir ve flow sitometri gibi ek yöntemlere ihtiyaç duyulabilir [1]. Böyle bir olasılık varsa biyopsi öncesinde patoloji veya hematopatoloji laboratuvarı ile iletişim kurulması önemlidir [2].

Flow sitometri için ayrılan doku genellikle canlı hücrelerin korunmasını sağlayan uygun bir transport ortamında gönderilir [2]. Bu tür örneklerin formaline alınması hücrelerin canlılığını ortadan kaldıracığından flow sitometrik inceleme açısından uygun değildir [1]. Bu nedenle lenfoid malignite şüphesinde biyopsi planlaması rutin histopatoloji yaklaşımından farklı olarak multidisipliner biçimde yapılmalıdır [2].

9. Kemik Biyopsileri ve Dekalsifikasyon

Ağız ve çene cerrahisinde kemik biyopsileri; odontojenik tümörler, fibro-osseöz lezyonlar, osteomyelit, malign kemik tümörleri ve diğer maksillofasiyal patolojilerin değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Kemik içeren örneklerde ilk aşama genellikle yumuşak doku biyopsilerinde olduğu gibi uygun fiksasyonun sağlanmasıdır. Daha sonra mikroskopik kesit alınabilmesi için kemik dokusunun dekalsifikasyona tabi tutulması gerekebilir [1].

Dekalsifikasyon amacıyla kullanılan ajanlar genel olarak güçlü mineral asitleri, daha zayıf organik asitleri ve şelatlayıcı ajanları içerir [1]. Güçlü asitler hızlı sonuç vermelerine karşın bazı hücresel ayrıntıların ve nükleik asitlerin korunması açısından dezavantaj yaratabilir [2]. EDTA ise daha yavaş çalışmasına rağmen morfolojik yapı ve birçok moleküler hedefin korunması bakımından özellikle malignite veya ileri immünohistokimyasal inceleme gerektiren olgularda tercih edilebilir [1].

10. Biyopsi Örneklerinde Sık Yapılan Hatalar

Oral biyopsilerde tanısal güçlüğü yol açan sorunların tamamı patoloji laboratuvarından kaynaklanmaz [2]. Cerrahi sırasında dokunun pensle aşırı sıkıştırılması, elektrokoter veya lazerin biyopsi hattına yakın kullanılması,

örneğin kurumasına izin verilmesi ve formaline geç gönderilmesi önemli preanalitik artefaktlara neden olabilir. Bu artefaktlar epitel ve bağ dokusu ilişkisini bozarak özellikle displazi ve malignite değerlendirmesinde sorun oluşturabilir [4].

Biyopsi materyalinin yanlışlıkla kuru bir gazlı bez içerisinde bırakılması da sık karşılaşılan hatalardan biridir [2]. Doku kurudukça hücresel morfoloji değişebilir ve özellikle küçük oral biyopsilerde geri dönüşü olmayan artefaktlar ortaya çıkabilir [4]. Bu nedenle rutin histopatoloji için alınan örnek çıkarıldıktan sonra gecikmeden formaline, özel inceleme yapılacaksa ilgili transport ortamına aktarılmalıdır [1].

Bir diğer önemli hata, direkt immüno Floresan için alınan örneğin rutin formaline gönderilmesidir. Formalinle çapraz bağlanan dokularda immünreaktanların uygun şekilde gösterilmesi mümkün olmayabileceğinden, bu durum hastanın yeniden biyopsi alınmasını gerektirebilir. Özellikle pemfigus ve mukozal pemfigoid gibi hastalıklarda biyopsi öncesi rutin histopatoloji mi, direkt immüno Floresan mı sorusunun yanıtlanması gerekir [3].

11. Ağız ve Çene Cerrahisinde Pratik Örneklem Algoritması

Rutin histopatoloji | %10 nötral tamponlu formalin | Çoğu yumuşak doku ve kemik biyopsisi [1].

Hematoksilen-eozin | %10 nötral tamponlu formalin | Rutin histolojik değerlendirme [1].

İmmünohistokimya | Genellikle formalin-fiksasyonlu parafin doku | Tümör ve diğer lezyonların immüno fenotiplendirilmesi [1].

Direkt immüno Floresan | Michel/Zeus veya laboratuvarın önerdiği DIF ortamı | Pemfigus, pemfigoid vb [3].

Direkt immüno Floresan – kısa transport | Steril serum fizyolojik ile taze örnek | Laboratuvara hızlı ulaştırılacak örnekler [3].

Elektron mikroskopisi | Glutaraldehit temelli özel fiksatif | Ultrastrüktürel inceleme [1].

Mikrobiyolojik kültür | Steril, fiksatifsiz örnek ve laboratuvarın önerdiği transport sistemi | Bakteri, mantar veya mikobakteri araştırması [1].

Flow sitometri | Canlı hücreleri koruyan özel transport ortamı | Lenfoid malignite şüphesi [2].

Kemik biyopsisi | Öncelikle uygun fiksasyon; ardından laboratuvar kontrollü dekalsifikasyon | Odontojenik tümörler, fibro-osseöz lezyonlar, kemik patolojileri [1].

Bu algoritmanın temel prensibi, tek bir biyopsi parçasının bütün tanısal yöntemler için kullanılmaya çalışılmamasıdır. Klinik olarak ek inceleme ihtimali bulunan olgularda örnekleme işlemi başlangıçtan itibaren buna göre planlanmalıdır. Özellikle immüno Floresan, mikrobiyolojik kültür ve flow sitometri gerektirebilecek lezyonlarda ilgili laboratuvarlarla önceden iletişim kurulması, uygun örnek miktarının ve transport koşullarının belirlenmesini sağlar [2].

12. Cerrah İçin Pratik Kontrol Listesi

Biyopsi alınmadan önce klinisyen öncelikle lezyonun olası tanısını ve gerekli olabilecek yardımcı incelemeleri değerlendirmelidir. Rutin histopatoloji dışında immüno Floresan, mikrobiyolojik kültür, moleküler analiz veya flow sitometri ihtimali varsa örnekleme buna göre planlanmalıdır. Bu yaklaşım, yanlış transport ortamına konulmuş örnek nedeniyle tekrar biyopsi alınması riskini azaltır [2].

Biyopsi alındıktan hemen sonra örneğin kurumasına izin verilmemeli, gereksiz manipülasyondan kaçınılmalı ve örnek uygun kaba aktarılmalıdır [4]. Rutin histopatoloji için %10 nötral tamponlu formalin kullanılmalı; formalin hacmi yeterli olmalı ve materyalin tamamen solüsyon içerisinde kalması sağlanmalıdır [1]. Örnek kabı ve patoloji istem formundaki hasta bilgilerinin birbiriyle uyumlu olması da örnek güvenliği açısından önemlidir [2].

Direkt immüno Floresan düşünülen hastalarda ise ayrı biyopsi alınmalı ve örnek rutin formaline konulmamalıdır [3]. Michel solüsyonu, Zeus solüsyonu veya ilgili patoloji laboratuvarının önerdiği özel transport ortamı kullanılmalıdır [8]. Eğer taze örnekle transport yapılacaksa örneğin kuruması önlenmeli ve laboratuvara mümkün olan en kısa sürede ulaştırılmalıdır [4].

13. Sonuç

Ağız ve çene cerrahisinde biyopsinin başarısı yalnızca cerrahi tekniğe bağlı değildir [2]. Doğru lezyondan yeterli örneğin alınması kadar, örneğin doğru fiksatif veya transport ortamında korunması da tanısal sürecin kritik bir bileşenidir [1]. Rutin histopatolojik incelemelerde %10 nötral tamponlu formalin temel fiksatif olarak kabul edilirken, direkt immüno Floresan, mikrobiyolojik inceleme, flow sitometri ve elektron mikroskopisi gibi özel yöntemlerde farklı örnekleme ve transport protokolleri gerekmektedir [3].

Özellikle ağız mukozasının otoimmün vezikülobüllöz hastalıklarında direkt immüno Floresan için alınan biyopsinin formaline gönderilmemesi, kemik biyopsilerinde dekalsifikasyon yönteminin tanısal amaçla uyumlu seçilmesi ve mikrobiyolojik inceleme gereken olgularda ayrı fiksatifsiz örnek alınması temel uygulama prensipleridir [3]. Bu yaklaşım, preanalitik hataları azaltarak histopatolojik tanının güvenilirliğini artırır [1].

Sonuç olarak biyopsi örneği, cerrahi işlemin sonunda laboratuvara gönderilen sıradan bir materyal olarak değil, tanısal sürecin başlangıç noktası olarak değerlendirilmelidir [2]. Cerrah, biyopsi öncesinde hangi inceleme yapılacak, kaç örnek alınmalı, hangi örnek hangi solüsyona konulmalı ve ne kadar sürede laboratuvara ulaştırılmalı sorularını yanıtlamalıdır [2]. Bu sistematik yaklaşım, gereksiz tekrar biyopsilerini ve örnek kaybını azaltırken hastanın doğru tanıya daha kısa sürede ulaşmasına katkı sağlar [2].

KAYNAKÇA

1. Suvarna, S. K., Layton, C., & Bancroft, J. D. (Eds.). (2019). Bancroft's theory and practice of histological techniques (8th ed.). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
2. Kumaraswamy, K. L., Vidhya, M., Rao, P. K., & Mukunda, A. (2012). Oral biopsy: Oral pathologist's perspective. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 8(2), 192–198. doi:10.4103/0973-1482.98969
3. Rastogi, V., Sharma, R., Misra, S. R., & Yadav, L. (2014). Diagnostic procedures for autoimmune vesiculobullous diseases: A review. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 18(Suppl. 1), S116–S123. Margarone, J. E., Natiella, J. R., & Vaughan, C. D. (1985).
4. Ficarra, G., McClintock, B., & Hansen, L. S. (1987). Artefacts created during oral biopsy procedures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 15, 34–37. doi:10.1016/S1010-5182(87)80012-4
5. Neville, B. W., Damm, D. D., Allen, C. M., & Chi, A. C. (2015). *Oral and maxillofacial pathology* (4th ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
6. Artifacts in oral biopsy specimens. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(3), 163–172. doi:10.1016/0278-2391(85)90154-5
7. Manchester University NHS Foundation Trust. (2026). Specimen requirements: Adult histopathology. Manchester, England: Manchester University NHS Foundation Trust.
8. Vaughan Jones, S. A., Salas, J., McGrath, J. A., Palmer, I., Bhogal, G. S., & Black, M. M. (1994). A retrospective analysis of tissue-fixed immunoreactants from skin biopsies maintained in Michel's medium. *Dermatology*, 189(Suppl. 1), 131–132. doi:10.1159/000246955
9. Woollons, A., Holmes, G. J., Gratian, M. J., Bhogal, B. S., & Black, M. M. (1999). Michel's medium: A potential alternative to cryoprotection for tissue transport in the investigation of genetic skin disease. *Clinical and Experimental Dermatology*, 24(6), 487–489. doi:10.1046/j.1365-2230.1999.00540.x

BÖLÜM 6

**Dental İmplant Tedavisi Sonrası Yaşam
Kalitesi ve Dental Estetiğin
Psikososyal Etkileri:
Hasta Bildirimli Sonuçların
Değerlendirilmesi**

***Mehmet Deniz¹
Andaç Doğan²***

¹ Uzm. Dt., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, ORCID: 0009-0007-5055-3841

² Dr. Öğr. Üyesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3517-2051

1. Giriş

Diş kaybı; çiğneme ve konuşma gibi temel oral fonksiyonların yanı sıra estetik algıyı, psikolojik durumu ve sosyal yaşamı da etkileyebilir. Çiğneme etkinliğinde azalma, fonasyon güçlükleri ve dental görünümdeki değişiklikler bireyin özgüvenine ve sosyal etkileşimlerine de yansiyabilir (Peres et al., 2019; Gerritsen, Allen, Witter, Bronkhorst, & Creugers, 2010; Newton, Prabhu, & Robinson, 2003).

Dental implantlar, tek diş eksikliğinden tam dişsizliğe kadar farklı klinik durumlarda fonksiyonel ve estetik rehabilitasyon seçeneklerini genişletmiştir. Uzun dönem sağkalım oranlarının yüksek olması, implant destekli rehabilitasyonları öngörülebilen tedavi seçeneklerinden biri haline getirmiştir (Buser, Sennerby, & De Bruyn, 2017; Howe, Keys, & Richards, 2019). Ancak implantın ağızda kalması tek başına başarılı bir tedaviyi tanımlamak için yeterli değildir.

Geleneksel implant başarı kriterleri büyük ölçüde implant hareketliliğinin bulunmaması, osseointegrasyonun devamlılığı, kabul edilebilir marjinal kemik düzeyi ve peri-implant dokuların sağlığı gibi biyolojik ve radyografik parametrelere dayanmaktadır (Albrektsson, Zarb, Worthington, & Eriksson, 1986; Papaspyridakos, Chen, Singh, Weber, & Gallucci, 2012). Günümüzde bu ölçütlere hastanın ağrı ve rahatsızlık düzeyi, çiğneme ve konuşma konforu, protez memnuniyeti, estetik algısı ve psikososyal durumu da eklenmektedir (Feine et al., 2018; Schimmel et al., 2023).

Bu değişimle birlikte hasta tarafından bildirilen sonuç ölçütleri (Patient-Reported Outcome Measures; PROMs) implantoloji araştırmalarında daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. PROMs, hastanın kendi sağlık durumuna ve tedavi sonucuna ilişkin değerlendirmesini doğrudan kaydeden ölçüm araçlarıdır. Klinik muayene veya radyografik değerlendirmeyle doğrudan belirlenmesi güç olan ağrı, fonksiyonel güçlük, memnuniyet, özgüven ve sosyal etkilenim gibi alanlar bu araçlarla standart biçimde değerlendirilebilir (Feine et al., 2018).

Ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi (Oral Health-Related Quality of Life; OHRQoL), bireyin oral durumunun fiziksel, psikolojik ve sosyal yaşam üzerindeki etkilerini kapsayan çok boyutlu bir kavramdır (Sischo & Broder, 2011). OHRQoL'nin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan araçlardan biri Oral Health Impact Profile'in kısa formu olan OHIP-14'tür. OHIP-14; Fonksiyonel Limitasyon, Fiziksel Ağrı, Psikolojik Rahatsızlık, Fiziksel Yetersizlik, Psikolojik Yetersizlik, Sosyal Yetersizlik ve Handikap olmak üzere yedi alt boyutta ağız sağlığının bireyin yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerini değerlendirir (Slade, 1997).

İmplant tedavisinin hasta tarafından değerlendirilmesinde estetik sonuçlar da önemlidir. Özellikle görünür bölgelerde restorasyonun renk ve form özellikleri,

doğal dişlerle uyumu ve peri-implant yumuşak dokuların görünümü hasta memnuniyetini etkileyebilir (Buser, Martin, & Belser, 2004; Wittneben, Wismeijer, Brägger, Joda, & Abou-Ayash, 2018). Dental görünüm aynı zamanda bireyin özgüveni, sosyal ilişkileri ve psikolojik iyilik haliyle ilişkilidir. Bu psikososyal boyutu değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş araçlardan biri Psychosocial Impact of Dental Aesthetics Questionnaire'dır (PIDAQ) (Klages, Claus, Wehrbein, & Zentner, 2006).

İmplant tedavisi sonrasında yaşam kalitesini veya estetik memnuniyeti inceleyen çalışmalar bulunmasına karşın, fonksiyonel yaşam kalitesi ile dental estetiğe bağlı psikososyal etkilerin aynı hasta grubunda birlikte değerlendirildiği çalışmalar daha azdır. Bu çalışmada, dental implant tedavisi tamamlanmış bireylerde ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi OHIP-14 ile, dental estetiğe bağlı psikososyal etkileneim ise PIDAQ'nın dört temel boyutunu temsil eden 14 maddelik çalışma formuyla değerlendirildi. Ayrıca sosyodemografik ve klinik değişkenlerle olan ilişkiler ile OHIP-14 alt boyutlarının psikososyal etkileneimle bağımsız ilişkileri incelendi.

2. Hasta Merkezli İmplant Başarısı: Yaşam Kalitesi, Estetik ve Psikososyal Sonuçlar

2.1. Dental İmplant Tedavisinde Başarı Kavramının Değişimi

Dental implant başarısının klasik değerlendirilmesi; implantın klinik olarak hareketsiz olması, peri-implant radyölüsensi bulunmaması, ağrı veya enfeksiyon gibi semptomların olmaması ve kemik kaybının kabul edilebilir sınırlar içinde kalması gibi ölçütlere dayanır (Albrektsson et al., 1986). Bu ölçütler biyolojik başarı açısından önemini korumaktadır; ancak modern implantolojide hastanın fonksiyonel ve psikososyal deneyimi de değerlendirmenin bir parçasıdır (Papasparyidakos et al., 2012; Feine et al., 2018).

Teknik olarak başarılı görünen bir implant destekli restorasyon hasta tarafından aynı ölçüde başarılı algılanmayabilir. Bu nedenle klinik ve radyografik bulguların, hastanın ağrı, çiğneme, konuşma, estetik ve sosyal yaşamına ilişkin değerlendirmeleriyle birlikte ele alınması daha kapsamlı bir başarı değerlendirmesi sunar.

2.2. Hasta Tarafından Bildirilen Sonuç Ölçütleri

PROMs, tedavinin hasta tarafından nasıl deneyimlendiğini doğrudan yansıtan ölçüm araçlarıdır. İmplantolojide implant sağkalımı gibi klinik sonuçlanımlara ek olarak hasta memnuniyeti, OHRQoL, estetik algı ve tedavi konforunun değerlendirilmesini sağlar (Feine et al., 2018; Schimmel et al., 2023). Böylece rehabilitasyon seçenekleri biyolojik başarının yanı sıra günlük yaşama etkileri açısından da karşılaştırılabilir.

2.3. Ağız Sağlığına Bağlı Yaşam Kalitesi ve OHIP-14

OHRQoL, ağız sağlığının günlük işlevler ve yaşam deneyimi üzerindeki etkilerini kapsar. Diş kaybının OHRQoL üzerinde olumsuz etkileri olduğu, implant destekli rehabilitasyonların ise birçok hasta grubunda yaşam kalitesi ve memnuniyet açısından olumlu sonuçlarla ilişkili bulunduğu bildirilmiştir (Gerritsen et al., 2010; Sivaramakrishnan & Sridharan, 2016). Özellikle mandibular implant destekli overdenture uygulamaları, tam dişsiz bireylerde retansiyon ve fonksiyonun geliştirilmesi için önemli bir tedavi seçeneğidir (Feine et al., 2002; Thomason et al., 2009).

OHIP-14, ağız sağlığı sorunlarının günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkilerini 14 madde ve yedi alt boyut üzerinden değerlendiren kısa bir ölçektir (Slade, 1997). Türkçe sürümünün psikometrik özellikleri de değerlendirilmiştir (Balci, Alkan, & Gurgan, 2017). Yüksek puan daha fazla olumsuz etkilenimi gösterir.

2.4. Dental Estetik ve PIDAQ Temelli Psikososyal Değerlendirme

Dental estetik, özellikle görünür bölgelerdeki implant destekli restorasyonlarda hasta memnuniyetinin önemli bileşenlerinden biridir (Buser et al., 2004). Ancak estetik başarı yalnız klinisyen tarafından değerlendirilen görünümle sınırlı değildir; kişinin kendi dental görünümünü nasıl algıladığı özgüven, sosyal etkileşim ve psikolojik iyilik hali üzerinde de etkili olabilir (Klages et al., 2006).

PIDAQ; Dental Özgüven, Sosyal Etki, Psikolojik Etki ve Estetik Kaygı olmak üzere dört temel boyut üzerinden dental estetiğin psikososyal etkilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Klages et al., 2006). Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması da yayımlanmıştır (Aglarci, Baysal, Demirci, Dikmen, & Aglarci, 2016). Bu çalışmada ise PIDAQ'nın dört temel boyutunu temsil eden toplam 14 maddeden oluşan bir çalışma formu kullanılmıştır. Bu form bağımsız olarak doğrulanmış standart bir PIDAQ kısa formu değildir; bu nedenle metin boyunca "PIDAQ temelli form" olarak tanımlanmıştır.

2.5. Yaşam Kalitesi ile Estetik-Psikososyal Sonuçların Birlikte Değerlendirilmesi

İmplant tedavisi sonrası hasta deneyimi; fonksiyon, ağrı, estetik görünüm, özgüven ve sosyal etkileşim gibi birbiriyle ilişkili alanları içerir. OHRQoL ile dental estetiğin psikososyal etkilerinin aynı örnekleme de değerlendirilmesi, tedavinin hasta açısından nasıl karşılandığını daha geniş bir çerçevede incelemeye olanak verir. Aynı değerlendirme, klinik ve sosyodemografik özelliklerin bu alanlarla ilişkisini de ortaya koyabilir.

3. Gereç ve Yöntem

3.1. Çalışma Tasarımı ve Etik Onay

Bu kesitsel ve anket temelli klinik araştırma, dental implant tedavisi tamamlanmış bireylerde ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi ile dental estetiğin psikososyal etkilerini değerlendirmek üzere planlandı. Araştırma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında yürütüldü. Veriler etik kurul onayından sonra yüz yüze anket yöntemiyle toplandı.

Çalışma için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 26.09.2025 tarih ve 2025/387 sayılı karar ile onay alındı. Katılımcılara çalışma hakkında sözlü ve yazılı bilgi verildi ve yazılı bilgilendirilmiş gönüllü onamları alındı. Araştırma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olarak yürütüldü.

3.2. Katılımcılar ve Örneklem Büyüklüğü

Çalışmaya, dahil edilme kriterlerini karşılayan toplam 68 birey dahil edildi. Örneklem büyüklüğü G*Power 3.1.9.7 programı kullanılarak hesaplandı. Güç analizinde etki büyüklüğü 0,40, alfa hata düzeyi 0,05 ve istatistiksel güç 0,90 olarak kabul edildi; bu parametrelerle gerekli en düşük örneklem büyüklüğü 68 birey olarak belirlendi (Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009).

3.3. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Araştırmaya dahil edilme kriterleri aşağıdaki şekilde belirlendi:

1. 18 yaşını tamamlamış olmak.
2. Dental implant tedavisinin tamamlanmış olması.
3. Cerrahi ve protetik aşamaların tamamlanmış ve implant üstü restorasyonun fonksiyonda olması.
4. İmplant üstü protezin en az üç aydır aktif olarak kullanılıyor olması.
5. Anketleri yanıtlamayı engelleyecek düzeyde bilişsel, psikiyatrik veya iletişim problemi bulunmaması.
6. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmek ve yazılı bilgilendirilmiş onam vermek.

Araştırmadan dışlanma kriterleri ise aşağıdaki şekildeydi:

1. 18 yaşından küçük olmak.
2. Dental implant tedavisinin tamamlanmamış olması.
3. Protetik rehabilitasyonun henüz tamamlanmamış olması.

4. Anketlerin yanıtlanmasını engelleyecek düzeyde bilişsel, psikiyatrik veya iletişim problemi bulunması.

5. İmplant bölgesinde devam eden ağrı, enfeksiyon veya implant başarısızlığı gibi aktif komplikasyon bulunması.

6. Anket formunun eksik doldurulması.

7. Çalışmaya katılmayı kabul etmemek veya bilgilendirilmiş gönüllü onam vermemek.

3.4. Veri Toplama ve Klinik Değişkenler

Katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim durumu, sigara kullanımı, daha önce protez kullanma durumu, implant sayısı, implant uygulama bölgesi, implant üstü protez tipi ve sabit protez lokalizasyonu standart veri kayıt formuyla kaydedildi. İmplant sayısı 1-2 implant, 3-5 implant ve 6 implant ve üzeri olarak üç grupta değerlendirildi. İmplant uygulama bölgesi alt çene, üst çene ve her iki çene olarak sınıflandırıldı. İmplant üstü protez tipi sabit protez ve implant destekli overdenture olarak gruplandırıldı. Sabit protez kullananlarda restorasyon lokalizasyonu ayrıca posterior ve anterior-posterior olarak değerlendirildi.

3.5. OHIP-14 Ölçeği

Katılımcıların ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi Oral Health Impact Profile-14 (OHIP-14) ile değerlendirildi (Slade, 1997; Balci et al., 2017). Ölçek Fonksiyonel Limitasyon, Fiziksel Ağrı, Psikolojik Rahatsızlık, Fiziksel Yetersizlik, Psikolojik Yetersizlik, Sosyal Yetersizlik ve Handikap olmak üzere yedi alt boyuttan oluşmaktadır. Maddeler beşli Likert tipi puanlama sistemi ile değerlendirildi. Bu çalışmada OHIP-14 toplam skoru ve alt boyut skorları ilgili maddelerin aritmetik ortalaması alınarak hesaplandı; yüksek puan daha fazla olumsuz etkilenimi ifade etti.

3.6. 14 Maddelik PIDAQ Temelli Çalışma Formu

Dental estetiğin psikososyal etkilerinin değerlendirilmesinde PIDAQ'nın dört temel boyutunu temsil eden toplam 14 maddelik bir çalışma formu kullanıldı (Klages et al., 2006; Aglarci et al., 2016). Form; Sosyal Etki için dört, Psikolojik Etki için üç, Dental Özgüven için üç ve Estetik Kaygı için dört madde içermektedir. Form, beşli Likert tipi derecelendirme sistemiyle uygulandı. Dental Özgüven alt boyutundaki olumlu yönde ifade edilen üç madde, toplam puanın aynı yönde yorumlanabilmesi amacıyla ters kodlandı. Yüksek puanlar, dental görünümle ilişkili olumsuz psikososyal etkilenimin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Metin ve tablolarda kullanım kolaylığı sağlamak için 14 maddelik form "PIDAQ temelli form" olarak adlandırıldı. Bu ifade, formun bağımsız olarak doğrulanmış standart bir PIDAQ kısa formu olduğu anlamına gelmemektedir.

Formun mevcut örneklemdaki iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısı ile değerlendirildi (Tavakol & Dennick, 2011).

3.7. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 26 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde ile; sayısal değişkenler ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerlerle özetlendi. Sayısal verilerin dağılım özellikleri çarpıklık ve basıklık katsayıları üzerinden değerlendirildi. Birçok değişkende çarpıklık ve basıklık katsayılarının $\pm 1,5$ sınırlarının dışında bulunması nedeniyle grup karşılaştırmalarında non-parametrik yöntemler tercih edildi (Mishra et al., 2019; Tabachnick & Fidell, 2013).

İki bağımsız grubun karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi, üç veya daha fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis H testi kullanıldı. Kruskal-Wallis testi sonucunda anlamlı farklılık saptandığında Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar gerçekleştirildi. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman sıra korelasyon katsayısı ile incelendi. Korelasyonun mutlak büyüklüğü 0,00-0,30 için düşük, 0,30-0,70 için orta ve 0,70-1,00 için yüksek düzey olarak değerlendirildi (Mukaka, 2012).

OHIP-14 alt boyutlarının PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız ilişkilerini incelemek amacıyla stepwise çoklu doğrusal regresyon analizi yapıldı. Model varsayımları artıkların histogram ve Q-Q grafikleri, Durbin-Watson testi, VIF ve tolerance değerleri ile Cook's Distance değerleri üzerinden değerlendirildi. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. Bulgular

4.1. Katılımcıların Sosyodemografik ve Klinik Özellikleri

Çalışmaya toplam 68 birey dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması $51,4 \pm 13,5$ yıl olup yaşları 24-84 yıl arasında değişmekteydi. Örneklemin %44,1'i kadın, %55,9'u erkekti. Katılımcıların %52,9'u hiç sigara kullanmadığını, %25,0'i sigarayı bıraktığını ve %22,1'i günlük sigara kullandığını bildirdi. Katılımcıların %44,1'inin daha önce protez kullanım deneyimi vardı. İmplant sayısı açısından bireylerin %38,2'sinde 1-2 implant, %32,4'ünde 3-5 implant ve %29,4'ünde 6 veya daha fazla implant bulunmaktaydı. Katılımcıların %82,4'ünde sabit implant üstü protez, %17,6'sında implant destekli overdenture mevcuttu (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların temel sosyodemografik ve klinik özellikleri

Değişken	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	30	44,1
	Erkek	38	55,9
Eğitim durumu	İlkokul/Ortaokul	26	38,2
	Lise	18	26,5
	Üniversite/Lisansüstü	24	35,3
Sigara kullanımı	Hiç	36	52,9
	Bıraktım	17	25,0
	Günlük kullanıyorum	15	22,1
Önceki protez kullanımı	Hayır	38	55,9
	Evet	30	44,1
İmplant sayısı	1-2	26	38,2
	3-5	22	32,4
	≥6	20	29,4
Uygulama bölgesi	Alt çene	18	26,5
	Üst çene	22	32,4
	Her iki çene	28	41,2
Protez tipi	Sabit protez	56	82,4
	İmplant destekli overdenture	12	17,6

Not: Yaş ortalaması 51,4±13,5 yıl; min.-maks.: 24-84 yıl.

4.2. OHIP-14 ve PIDAQ Temelli Çalışma Formuna İlişkin Tanımlayıcı Bulgular

OHIP-14 toplam puan ortalaması 0,42±0,52 ve medyan değeri 0,21 olarak bulundu. OHIP-14 alt boyutları içerisinde en yüksek ortalama Fiziksel Ağrı alanında (0,86±0,88) saptandı. PIDAQ temelli formun toplam puan ortalaması 0,44±0,72 ve medyan değeri 0,00 idi. PIDAQ temelli formun alt boyutları içerisinde en yüksek ortalama ters kodlanmış Dental Özgüven alanında (0,50±0,83) gözlemlendi. OHIP-14 toplam ölçeğinin Cronbach alfa katsayısı 0,912, PIDAQ temelli formun Cronbach alfa katsayısı ise 0,952 bulundu (Tablo 2).

Tablo 2. OHIP-14 ve PIDAQ temelli forma ait tanımlayıcı sonuçlar

Ölçüm	Ortalama±SS	Medyan	Min.-Maks.
OHIP-14 toplam	0,42±0,52	0,21	0,00-2,79
Fonksiyonel Limitasyon	0,42±0,67	0,00	0,00-3,00
Fiziksel Ağrı	0,86±0,88	0,50	0,00-3,00
Psikolojik Rahatsızlık	0,39±0,55	0,00	0,00-2,00
Fiziksel Yetersizlik	0,28±0,56	0,00	0,00-3,00
Psikolojik Yetersizlik	0,34±0,55	0,00	0,00-3,00
Sosyal Yetersizlik	0,21±0,53	0,00	0,00-3,00
Handikap	0,46±0,80	0,00	0,00-4,00
PIDAQ temelli formun toplam puanı	0,44±0,72	0,00	0,00-3,14
Sosyal Etki	0,42±0,76	0,00	0,00-3,00
Psikolojik Etki	0,39±0,70	0,00	0,00-2,67
Dental Özgüven*	0,50±0,83	0,00	0,00-3,67
Estetik Kaygı	0,46±0,88	0,00	0,00-4,00

Not: SS: Standart sapma. *Dental Özgüven maddeleri ters kodlanmıştır; yüksek puan daha olumsuz psikososyal etkilenimi ifade etmektedir.

4.3. OHIP-14 Sonuçlarının Sosyodemografik ve Klinik Değişkenlerle İlişkisi

OHIP-14 toplam puanı cinsiyet, eğitim düzeyi ve sigara kullanımı açısından anlamlı farklılık göstermedi ($p>0,05$). Bununla birlikte eğitim düzeyine göre Fonksiyonel Limitasyon ($H=6,387$; $p=0,041$) ve Psikolojik Rahatsızlık ($H=6,057$; $p=0,048$) alt boyutlarında anlamlı farklılık saptandı. Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarda ilkökul/ortaokul mezunlarının puanları lise ve üniversite/lisansüstü mezunlarından daha yüksekti.

Daha önce protez kullanmış bireylerde OHIP-14 toplam puanı protez deneyimi bulunmayanlara göre daha yüksekti ($U=432,500$; $p=0,047$). Önceki protez deneyimi bulunanlarda Psikolojik Rahatsızlık ($U=452,500$; $p=0,049$) ve Sosyal Yetersizlik ($U=466,000$; $p=0,039$) puanları da daha yüksekti. İmplant sayısı ve implant uygulama bölgesi OHIP-14 toplam veya alt boyut skorlarında anlamlı farklılık oluşturmadi ($p>0,05$).

İmplant destekli overdenture kullanan bireylerde sabit protez kullananlara kıyasla OHIP-14 toplam puanı ($U=212,500$; $p=0,045$), Fiziksel Ağrı ($U=213,500$; $p=0,042$), Psikolojik Rahatsızlık ($U=167,500$; $p=0,002$) ve Handikap ($U=243,000$; $p=0,043$) puanları daha yüksekti. Sabit protezin lokalizasyonuna göre OHIP-14 toplam puanı farklılık göstermedi; ancak anterior-posterior

bölgede sabit protezi bulunanlarda Fonksiyonel Limitasyon puanı yalnız posterior restorasyonu bulunanlardan daha yüksekti (U=270,000; p=0,019).

4.4. Dental Estetiğe Bağlı Psikososyal Sonuçların Sosyodemografik ve Klinik Değişkenlerle İlişkisi

PIDAQ temelli formun toplam ve alt boyut puanları cinsiyet, eğitim durumu ve sigara kullanımına göre anlamlı farklılık göstermedi ($p>0,05$). Önceki protez kullanımına göre toplam puanda anlamlı farklılık saptanmazken, Psikolojik Etki alt boyutu daha önce protez kullanmamış bireylerde daha yüksekti (U=450,500; $p=0,047$).

İmplant sayısı PIDAQ temelli formun toplam puanıyla ilişkiliydi (H=7,001; $p=0,030$). Bonferroni düzeltmeli karşılaştırmalarda 1-2 implant bulunan bireylerin toplam puanları 3-5 implant bulunan bireylerden daha yüksekti; 6 implant ve üzeri grup diğer iki gruptan farklı değildi. Ters kodlanmış Dental Özgüven alt boyutu da implant sayısına göre farklılık gösterdi (H=5,850; $p=0,044$); 1-2 implant grubunun puanı 3-5 implant grubundan daha yüksekti. İmplant uygulama bölgesi, protez tipi ve sabit protez lokalizasyonu PIDAQ temelli formun toplam veya alt boyut puanlarında anlamlı farklılık oluşturmadi ($p>0,05$).

Tablo 3. Hasta tarafından bildirilen sonuçlarla anlamlı ilişki gösteren başlıca değişkenler

Değişken	Sonuç ölçütü	İstatistik	p
Eğitim düzeyi	OHIP Fonksiyonel Limitasyon	H=6,387	0,041
Eğitim düzeyi	OHIP Psikolojik Rahatsızlık	H=6,057	0,048
Önceki protez kullanımı	OHIP-14 toplam	U=432,500	0,047
Önceki protez kullanımı	Psikolojik Rahatsızlık	U=452,500	0,049
Önceki protez kullanımı	Sosyal Yetersizlik	U=466,000	0,039
Protez tipi	OHIP-14 toplam	U=212,500	0,045
Protez tipi	Fiziksel Ağrı	U=213,500	0,042
Protez tipi	Psikolojik Rahatsızlık	U=167,500	0,002
Protez tipi	Handikap	U=243,000	0,043
Sabit protez lokalizasyonu	Fonksiyonel Limitasyon	U=270,000	0,019
Önceki protez kullanımı	PIDAQ Psikolojik Etki	U=450,500	0,047

Değişken	Sonuç ölçütü	İstatistik	p
İmplant sayısı	PIDAQ temelli form toplam puanı	H=7,001	0,030
İmplant sayısı	Dental Özgüven*	H=5,850	0,044

Not: *Dental Özgüven ters kodlanmıştır.

4.5. OHIP-14 ile Dental Estetiğe Bağlı Psikososyal Etkilenim Arasındaki İlişki

OHIP-14 ve PIDAQ temelli formun toplam puanları arasında orta düzeyde, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ($r=0,553$; $p<0,01$). OHIP-14 toplam puanıyla PIDAQ temelli formun alt boyutlarıyla en güçlü ilişkiler Estetik Kaygı ($r=0,530$; $p<0,01$) ve ters kodlanmış Dental Özgüven ($r=0,524$; $p<0,01$) alanlarında görüldü. Sosyal Etki ($r=0,460$; $p<0,01$) ve Psikolojik Etki ($r=0,436$; $p<0,01$) ile de anlamlı pozitif ilişkiler vardı.

PIDAQ temelli formun toplam puanıyla OHIP-14 alt boyutları arasındaki en güçlü ilişkiler Fiziksel Ağrı ($r=0,478$; $p<0,01$) ve Handikap ($r=0,463$; $p<0,01$) alanlarında saptandı. Fiziksel Yetersizlik ($r=0,411$), Psikolojik Rahatsızlık ($r=0,409$), Fonksiyonel Limitasyon ($r=0,331$) ve Psikolojik Yetersizlik ($r=0,311$) orta düzeyde; Sosyal Yetersizlik ise düşük düzeyde pozitif ilişki gösterdi ($r=0,308$).

4.6. Regresyon Analizi

Stepwise çoklu doğrusal regresyon analizinde Fiziksel Ağrı ve Fonksiyonel Limitasyon PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız olarak ilişkili değişkenler olarak belirlendi. İlk modelde yalnız Fiziksel Ağrı yer aldı ve model anlamlıydı [$F(1,66)=16,633$; $p<0,001$]. Fiziksel Ağrı PIDAQ temelli formun toplam puanındaki varyansın %20,1'ini açıkladı ($R^2=0,201$). İkinci aşamada Fonksiyonel Limitasyon modele eklendi ve açıklanan varyans %25,0'a yükseldi [$F(2,65)=10,835$; $p<0,001$; $R^2=0,250$; düzeltilmiş $R^2=0,227$]. Son modelde Fiziksel Ağrı ($B=0,257$; $\beta=0,313$; $p=0,015$) ve Fonksiyonel Limitasyon ($B=0,278$; $\beta=0,259$; $p=0,044$) PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız ve pozitif ilişkiliydi (Tablo 4).

Tablo 4. PIDAQ temelli formun toplam puanına ilişkin son stepwise regresyon modeli

Değişken	B	SH	β	t	p	%95 GA
Sabit	0,100	0,109	-	0,921	0,360	-0,117 - 0,317
Fiziksel Ağrı	0,257	0,103	0,313	2,487	0,015	0,051 - 0,464
Fonks. Lim.	0,278	0,135	0,259	2,055	0,044	0,008 - 0,549

Not: Fonks. Lim.: Fonksiyonel Limitasyon; B: Standardize edilmemiş regresyon katsayısı; SH: Standart hata; β : Standardize edilmiş regresyon katsayısı; GA: Güven aralığı. Model: $R^2=0,250$; Düzeltilmiş $R^2=0,227$; $F(2,65)=10,835$; $p<0,001$; Durbin-Watson=1,817.

5. Tartışma

Bu çalışmada dental implant tedavisi tamamlanmış bireylerin ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi ile dental estetiğe bağlı psikososyal etkilenimleri aynı örnekleme değerlendirildi. OHIP-14 ve PIDAQ temelli formun toplam puanları genel olarak düşüktü ve iki ölçüm alanı arasında orta düzeyde pozitif ilişki vardı. Önceki protez deneyimi ve protez tipi bazı OHIP-14 sonuçlarıyla, implant sayısı ise bazı PIDAQ temelli sonuçlarla ilişkiliydi. Regresyon analizinde Fiziksel Ağrı ve Fonksiyonel Limitasyon, PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız ilişki gösterdi.

5.1. Ağız Sağlığına Bağlı Yaşam Kalitesi

OHIP-14 toplam puan ortalamasının $0,42 \pm 0,52$ olması, bu örnekleme ağız sağlığının günlük yaşam üzerindeki bildirilen olumsuz etkisinin düşük düzeyde olduğuna işaret etmektedir. Ancak OHIP-14 için “iyi” ve “kötü” yaşam kalitesini ayıran doğrulanmış bir sınır değer kullanılmadığından, bu bulgu doğrudan “iyi yaşam kalitesi” şeklinde sınıflandırılmamalıdır. OHRQoL puanlarının kullanılan ölçüm aracı, puanlama yöntemi ve örneklemin özellikleri dikkate alınarak yorumlanması önerilmektedir (Reissmann, 2021).

Alt boyutlar içinde en yüksek ortalama Fiziksel Ağrı alanında saptandı. Fiziksel Ağrı alt boyutunun diğer alt boyutlardan daha yüksek olması, aktif komplikasyonu bulunmayan bu örnekleme dahi fiziksel rahatsızlıkla ilişkili hasta bildirimlerinin tamamen ortadan kalkmadığını düşündürmektedir. İmplant destekli rehabilitasyonlarda genel memnuniyet ve OHRQoL açısından olumlu sonuçlar bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Kuoppala, Nääpänkangas, & Raustia, 2013; Manfredini et al., 2024). Ancak mevcut çalışma kesitsel olduğundan tedavi öncesi-sonrası değişim ölçülmemiştir. Bu nedenle düşük OHIP-14 skorları implant tedavisinin doğrudan iyileştirici etkisinin kanıtı olarak değil, katılımcıların değerlendirme anındaki durumunun bir göstergesi olarak ele alınmalıdır.

5.2. Dental Estetiğe Bağlı Psikososyal Etkilenim

PIDAQ temelli formun toplam puan ortalaması $0,44 \pm 0,72$ idi. Bu değer, dental görünümle ilişkili olumsuz psikososyal etkilenimin örneklem genelinde sınırlı olduğuna işaret etmektedir. Ters kodlanmış Dental Özgüven ve Estetik Kaygı alt boyutlarının görece yüksek olması ise restorasyonun görünümü ve dental estetik algısının bazı bireyler için önemini koruduğunu göstermektedir. Dental Özgüven maddeleri ters kodlandığından, yüksek skor daha güçlü özgüveni değil daha olumsuz psikososyal etkilenimi ifade etmektedir.

Estetik başarının yalnız klinisyen tarafından yapılan objektif değerlendirmelerle açıklanması yeterli değildir. Özellikle anterior bölgede implant destekli restorasyonlardan sonra estetik algı ve psikososyal sonuçların değişebildiği bildirilmiştir (Xie, Zhang, Zhou, & Deng, 2023; Chen, Yu, & Zhu,

2012). Bununla birlikte mevcut çalışmada objektif estetik ölçümler yapılmadığından, PIDAQ temelli sonuçlar restorasyonun klinik estetik kalitesiyle doğrudan ilişkilendirilemez.

5.3. Yaşam Kalitesi ile Psikososyal Etkilenim Arasındaki İlişki

OHIP-14 ile PIDAQ temelli formun toplam puanları arasında orta düzeyde pozitif ilişki saptandı ($r=0,553$). OHIP-14 toplam puanının en güçlü ilişkileri Estetik Kaygı ve ters kodlanmış Dental Özgüven ile; PIDAQ temelli formun toplam puanının en güçlü OHIP-14 ilişkileri ise Fiziksel Ağrı ve Handikap ile görüldü. Bu dağılım, hasta deneyiminin fiziksel, fonksiyonel ve estetik yönlerinin birbirinden tamamen bağımsız olmadığını göstermektedir.

Önceki çalışmalar da OHIP-14 ile PIDAQ ölçümleri arasında ilişki bildirmiştir. Kang ve Kang (2014) ortodontik bireylerde bu iki alan arasında ilişki saptarken, Grandi et al. (2025) ileri maksiller atrofi nedeniyle implant destekli rehabilitasyon uygulanan hastalarda OHIP-14 ve PIDAQ ölçümlerini birlikte değerlendirmiştir. Örneklem ve çalışma tasarımları farklı olduğundan sonuçların doğrudan nicel olarak karşılaştırılması uygun değildir; ancak bu çalışmalar iki ölçüm alanının birlikte ele alınabileceğini göstermektedir.

5.4. Fiziksel Ağrı ve Fonksiyonel Limitasyonun Psikososyal Sonuçlarla İlişkisi

Regresyon analizinde Fiziksel Ağrı ve Fonksiyonel Limitasyon, PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız olarak ilişkiliydi. Fiziksel Ağrı tek başına varyansın %20,1'ini açıklarken, Fonksiyonel Limitasyonun modele eklenmesiyle bu oran %25,0'a çıktı. Bu bulgu, dental görünümle ilişkili psikososyal etkilenimin yalnız restorasyonun görünümüyle sınırlı olmadığını; oral rahatsızlık ve fonksiyonel kullanım konforunun da hasta deneyimiyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte bu bulgular nedensellik göstergesi değildir. Kesitsel tasarım, değişkenler arasındaki zaman sırasını belirlemeye izin vermez. Ayrıca stepwise regresyon örnekleme duyarlı bir yöntem olduğundan elde edilen modelin daha geniş örneklemlerde doğrulanması gereklidir.

5.5. Sosyodemografik Değişkenler

Yaş ile OHIP-14 veya PIDAQ temelli formun toplam ve alt boyut skorları arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Literatürde yaştan implant sonrası hasta bildirimli sonuçlarla ilişkisine yönelik bulgular tutarlı değildir; bazı çalışmalarda ileri yaş daha olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilirken, bazı çalışmalarda yaş bağımsız bir belirleyici olarak bulunmamıştır (Topan, Soylu, Demirbaş, Yener, & Gayibov, 2025; Fillion, Aubazac, Bessadet, Allègre, & Nicolas, 2013; Xie et al., 2023). Wang, Bäumer, Ozga, Körner ve Bäumer (2021) de uzun dönem implant takibinde yaştan PIDAQ puanı üzerinde anlamlı etkisini göstermemiştir.

Bu çalışmada da kronolojik yaş, hasta deneyimini tek başına açıklayan bir değişken olarak öne çıkmamıştır.

Cinsiyet açısından OHIP-14 ve PIDAQ temelli sonuçlarda anlamlı farklılık belirlenmedi. Eğitim düzeyi OHIP-14 toplam puanıyla ilişkili değildi; buna karşılık Fonksiyonel Limitasyon ve Psikolojik Rahatsızlık alt boyutlarında ilkökul/ortaokul mezunlarının puanları daha yüksekti. Genel OHRQoL literatüründe düşük sosyoekonomik düzey ile daha olumsuz yaşam kalitesi arasında ilişki bildirilmiştir (Knorst et al., 2021). Sağlık okuryazarlığı ve bakım davranışları bu çalışmada ölçülmediği için eğitim düzeyiyle ilgili olası mekanizmalar hakkında nedensel çıkarım yapılamaz.

Sigara kullanımına göre OHIP-14 veya PIDAQ temelli sonuçlarda anlamlı farklılık saptanmadı. Bu sonuç, sigaranın implant tedavisindeki biyolojik risklerinin önemsiz olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Sistematiik derleme ve meta-analizlerde sigara kullanımı implant başarısızlığı, marjinal kemik kaybı veya peri-implantitis riskinde artışla ilişkilendirilmiştir (Chrcanovic, Albrektsson, & Wennerberg, 2015; Sgolastra, Petrucci, Severino, Gatto, & Monaco, 2015; Reis et al., 2023). Aktif komplikasyonu bulunan bireylerin dışlanmış olması ve sigara maruziyetinin paket-yıl gibi nicel göstergelerle ölçülmemesi, gruplar arasındaki olası farklılıkların saptanmasını zorlaştırmış olabilir.

5.6. Önceki Protez Deneyimi

Daha önce protez kullanmış bireylerde OHIP-14 toplam, Psikolojik Rahatsızlık ve Sosyal Yetersizlik puanları daha yüksekti. Bu farklılık, geçmiş protetik deneyimin mevcut rehabilitasyonun hasta tarafından değerlendirilmesiyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Oweis, Ereifej, Al-Asmar ve Nedal (2022) daha önce protez kullanmış bireylerde bazı hasta memnuniyeti ve yaşam kalitesi göstergelerinin farklılaşabileceğini bildirmiştir. Buna karşılık farklı implant destekli rehabilitasyon konfigürasyonlarında hasta memnuniyetinin yüksek olabildiği de gösterilmiştir (Demir, Özel, İnan, & Dolanmaz, 2024). Bu nedenle önceki protez deneyiminin yalnız “var/yok” olarak değil, protezin tipi, kullanım süresi ve önceki memnuniyet düzeyiyle birlikte değerlendirilmesi daha açıklayıcı olabilir.

PIDAQ temelli form açısından önceki protez kullanımına göre toplam puanda anlamlı fark bulunmadı; yalnız Psikolojik Etki alt boyutu daha önce protez kullanmayanlarda daha yüksekti. Sonucun tek bir alt boyutta ortaya çıkması nedeniyle bu bulgu temkinli yorumlanmalıdır.

5.7. İmplant Sayısı ve Lokalizasyon

İmplant sayısı OHIP-14 toplam ve alt boyut puanlarında anlamlı farklılık oluşturmadi. Bu sonuç, ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesinin yalnız implant sayısı ile açıklanamayacağını göstermektedir. Passia et al. (2022), tam dişsiz

mandibulada farklı implant sayılarının kullanıldığı rehabilitasyonlarda yaşam kalitesinin implant sayısından tek başına etkilenemeyeceğini bildirmiştir. Benzer şekilde, daha fazla implant kullanılmasının hasta tarafından bildirilen sonuçlarda her zaman üstünlük sağlamadığına ilişkin bulgular da vardır (Toia et al., 2025).

PIDAQ temelli toplam puan ve ters kodlanmış Dental Özgüven puanı implant sayısına göre farklılık gösterdi; 1-2 implant grubu 3-5 implant grubundan daha yüksek puan aldı, ancak 6 implant ve üzeri grup diğer iki gruptan anlamlı olarak ayrılmadı. Bu sonuçlar implant sayısı ile psikososyal etkilenim arasında basit ve doğrusal bir ilişki olmadığını göstermektedir. İmplantların görünür bölgelerde bulunması, dişsizlik tipi, restorasyonun kapsamı ve estetik uyum gibi bu çalışmada ölçülme­yen değişkenler de sonuçlarla ilişkili olabilir.

İmplant uygulama bölgesinin alt çene, üst çene veya her iki çene olması OHIP-14 ve PIDAQ temelli sonuçlarda anlamlı farklılık oluşturmadi. Hara, Matsumoto, Yokoyama, Higuchi ve Baba (2017), implant destekli sabit restorasyonların anterior veya posterior lokalizasyonunun bazı OHRQoL alanlarıyla ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada lokalizasyon çene düzeyinde sınıflandırıldı ve restorasyonun gülüş hattındaki görünürlüğü ayrıca ölçülmedi. Bu nedenle estetik bölgeye özgü olası etkiler ayrıntılı olarak değerlendirilemedi.

5.8. Protez Tipi

İmplant destekli overdenture kullanan bireylerde OHIP-14 toplam, Fiziksel Ağrı, Psikolojik Rahatsızlık ve Handikap puanları sabit protez kullananlardan daha yüksekti. Hareketli protezin retansiyonu, stabilitesi, takılıp çıkarılması, gıda birikimi ve hijyen gereksinimleri bu farkla ilişkili olabilir. Ancak overdenture grubunun yalnızca 12 bireyden oluşması, gruplar arasındaki karşılaştırma yorumlanırken dikkate alınmalıdır.

Sabit ve hareketli implant destekli rehabilitasyonların hasta bildirimli sonuçlarına ilişkin literatür tek yönlü değildir. Brennan, Houston, O'Sullivan ve O'Connell (2010) her iki rehabilitasyon yaklaşımında da yüksek memnuniyet bildirmiş, ancak bazı fonksiyon ve estetik alanlarında farklılıklar saptamıştır. Oh et al. (2016) ve Abou-Ayash, Fonseca, Pieralli ve Reissmann (2023) ise hem sabit hem hareketli implant destekli rehabilitasyonların hasta merkezli sonuçlarda iyileşmeyle ilişkili olabildiğini ve genel sonuçlar açısından her zaman belirgin bir üstünlük bulunmadığını bildirmiştir. Bu nedenle mevcut veriler sabit protezlerin tüm hastalar için üstün olduğunu göstermemektedir.

PIDAQ temelli toplam ve alt boyut skorları protez tipine göre farklılık göstermedi. Bu durum, sabit-hareketli ayrımının bu örnekleme­de daha çok fiziksel ve fonksiyonel yaşam kalitesi alanlarında belirginleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Estetik-psikososyal algı ise restorasyonun görünürlüğü, renk-

form uyumu, yumuşak doku görünümü ve bireysel beklentiler gibi başka özelliklerle daha yakından ilişkili olabilir (Ramani, Bennani, Aarts, Choi, & Brunton, 2020).

5.9. Sabit Protez Lokalizasyonu

Sabit protez kullananlarda OHIP-14 toplam puanı posterior ve anterior-posterior lokalizasyona göre değişmedi; yalnız Fonksiyonel Limitasyon puanı anterior-posterior grupta daha yüksekti. Anterior bölgeyi içeren restorasyonlarda palatinal veya lingual konturların fonasyonla ilişkisi bu fark için olası açıklamalardan biridir. Ancak anterior-posterior restorasyonlar aynı zamanda daha geniş dişsiz alanları veya daha kapsamlı rehabilitasyonları temsil edebilir. Fonetik değerlendirme, restorasyon konturu ve restore edilen diş sayısı objektif olarak incelenmediğinden, gözlenen fark doğrudan anterior lokalizasyona bağlanamaz.

6. Klinik Çıkarımlar

Çalışma bulguları, implant tedavisinin hasta merkezli başarısının yalnız implant sağkalımı ve protetik restorasyonun fonksiyonda olmasıyla sınırlı olmadığını göstermektedir. OHIP-14 ile PIDAQ temelli sonuçlar arasındaki ilişki ve Fiziksel Ağrı ile Fonksiyonel Limitasyonun psikososyal etkilenimle bağımsız ilişkileri, kontrol muayenelerinde ağrı, çiğneme, konuşma, estetik görünüm ve sosyal rahatlık gibi hasta bildirimli alanların da sorgulanmasının yararlı olabileceğine işaret etmektedir.

Önceki protez deneyimi, protez tipi ve rehabilitasyonun kapsamı tedavi planlamasında hasta beklentileriyle birlikte ele alınmalıdır. İmplant destekli overdenture kullanan bireylerde retansiyon, hareket, hijyen, ağrı ve kullanım konforunun düzenli olarak sorgulanması hasta deneyiminin daha ayrıntılı değerlendirilmesine yardımcı olabilir. İmplant sayısı ile ilişkili psikososyal bulgular da implant sayısının tek başına yorumlanmaması; lokalizasyon, restorasyonun görünürlüğü ve protez tasarımı gibi özelliklerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

7. Çalışmanın Güçlü Yönleri ve Sınırlılıkları

7.1. Güçlü Yönler

Çalışmanın güçlü yönlerinden biri, OHRQoL ile dental estetiğe bağlı psikososyal etkilenimin aynı örnekleme değerlendirilmesidir. Toplam puanların yanında OHIP-14 ve PIDAQ temelli formun alt boyutlarının da incelenmesi, hasta deneyiminin farklı yönlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesini mümkün kılmıştır. Yaş, cinsiyet, eğitim durumu, sigara kullanımı, önceki protez deneyimi, implant sayısı, uygulama bölgesi, protez tipi ve sabit protez lokalizasyonu gibi çeşitli sosyodemografik ve klinik değişkenler aynı analiz çerçevesinde ele alınmıştır. Korelasyon analizine ek olarak regresyon analizi kullanılması, OHIP-

14 alt boyutlarının PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız ilişkilerinin incelenmesine olanak vermiştir. Her iki değerlendirme aracının bu örnekleme yüksek Cronbach alfa katsayıları göstermesi, maddeler arasındaki iç tutarlılığın yüksek olduğuna işaret etmektedir.

7.2. Sınırlılıklar

Çalışmanın başlıca sınırlılığı kesitsel tasarımıdır. İmplant tedavisi öncesinde ölçüm bulunmadığından tedavi öncesi-sonrası değişim değerlendirilememiş ve nedensel çıkarım yapılamamıştır. Araştırmanın tek merkezde 68 katılımcıyla yürütülmesi de sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırmaktadır. Özellikle implant destekli overdenture grubunda ve bazı klinik alt gruplarda katılımcı sayısının düşük olması, bazı grup farklılıklarının saptanamamasına yol açmış olabilir.

Veriler anket yoluyla toplandığından sonuçlar katılımcıların öznel değerlendirmelerine dayanmaktadır. Peri-implant doku sağlığı, marjinal kemik seviyesi, oklüzal uyum, protetik komplikasyonlar, objektif çiğneme performansı ve objektif estetik ölçütler değerlendirilmedi; bu nedenle hasta bildirimli sonuçlarla klinik bulgular arasındaki ilişki incelenemedi. Aktif ağrı, enfeksiyon veya implant başarısızlığı bulunan bireylerin dışlanmış olması da daha olumsuz hasta deneyimlerinin örnekleme daha az temsil edilmesine neden olmuş olabilir.

Protez kullanım süresi, dişsizlik tipi, restorasyonun görünürlüğü, ayrıntılı anterior-posterior implant lokalizasyonu, protez tasarımı ve restoratif materyal gibi değişkenlerin değerlendirilmemesi, implant sayısı ve lokalizasyona ilişkin bulguların yorumunu sınırlandırmaktadır. Ayrıca kullanılan 14 maddelik PIDAQ temelli form, PIDAQ'ın dört temel alanını temsil etmekle birlikte bağımsız olarak doğrulanmış standart bir PIDAQ kısa formu değildir. Bu metodolojik özellik, sonuçlar diğer PIDAQ çalışmalarıyla karşılaştırılırken dikkate alınmalıdır.

8. Sonuç

Dental implant tedavisi tamamlanmış ve implant üstü protezi en az üç aydır fonksiyonda olan bireylerde OHIP-14 ve PIDAQ temelli formun toplam puanları düşüktü. Bu bulgu, incelenen örnekleme ağız sağlığının yaşam üzerindeki olumsuz etkisinin ve dental görünümle ilişkili psikososyal etkilenimin genel olarak sınırlı olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte Fiziksel Ağrı, Handikap, ters kodlanmış Dental Özgüven ve Estetik Kaygı alt boyutlarının görece daha yüksek olması, toplam puanların yanında alt boyutların da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

OHIP-14 toplam puanı ile PIDAQ temelli formun toplam puanı arasında orta düzeyde pozitif ilişki vardı. Fiziksel Ağrı ve Fonksiyonel Limitasyonun PIDAQ temelli formun toplam puanıyla bağımsız ilişkili bulunması, fonksiyonel konfor ile psikososyal deneyimin birlikte değerlendirilmesinin önemini göstermektedir. Önceki protez deneyimi, protez tipi, implant sayısı ve bazı alt grup özellikleri

hasta tarafından bildirilen sonuçlarla ilişkiliydi; ancak kesitsel tasarım nedeniyle bu ilişkiler nedensel olarak yorumlanamaz.

Dental implant tedavisinin başarısı implant sağkalımı, osseointegrasyon, peri-implant doku sağlığı ve protetik devamlılık gibi klinik göstergelerle sınırlı değerlendirilmemelidir. Ağrı düzeyi, fonksiyonel konfor, estetik algı ve psikososyal deneyim gibi hasta tarafından bildirilen sonuçların da değerlendirmeye eklenmesi, tedavinin hasta açısından nasıl sonuçlandığını daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilir.

9. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Gelecekte daha geniş ve dengeli örneklemelerle, çok merkezli ve tedavi öncesi-sonrası ölçümleri içeren prospektif çalışmalar yapılması gereklidir. Protez kullanım süresi, implant ve restorasyonların anterior-posterior lokalizasyonu, restorasyon görünürlüğü, protez tasarımı, restoratif materyal, oklüzal uyum, peri-implant klinik ve radyografik bulgular ile objektif estetik ölçümlerin hasta tarafından bildirilen sonuçlarla birlikte değerlendirilmesi, bu ilişkilerin daha ayrıntılı incelenmesine olanak verecektir.

Teşekkür

Bu kitap bölümü, Mehmet Deniz tarafından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalında, Dr. Öğr. Üyesi Andaç Doğan danışmanlığında hazırlanan ve 03.08.2026 tarihinde uzmanlık tezi olarak kabul edilen “Dental İmplant Tedavisi Sonrası Bireylerde Yaşam Kalitesi, Estetik Tatmin ve Psikososyal Durumun Anket Temelli Analizi” başlıklı tezden üretilmiştir.

Kaynakça

- Abou-Ayash, S., Fonseca, M., Pieralli, S., & Reissmann, D. R. (2023). Treatment effect of implant-supported fixed complete dentures and implant overdentures on patient-reported outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 34, 177-195. doi:10.1111/clr.14065
- Aglarci, C., Baysal, A., Demirci, K., Dikmen, F., & Aglarci, A. V. (2016). Translation and validation of the Turkish version of the Psychosocial Impact of Dental Aesthetics Questionnaire. *Korean Journal of Orthodontics*, 46, 220-227. doi:10.4041/kjod.2016.46.4.220
- Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., & Eriksson, A. (1986). The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 1, 11-25.
- Balci, N., Alkan, N., & Gurgan, C. (2017). Psychometric properties of a Turkish version of the Oral Health Impact Profile-14. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20, 19-24. doi:10.4103/1119-3077.164353
- Brennan, M., Houston, F., O'Sullivan, M., & O'Connell, B. (2010). Patient satisfaction and oral health-related quality of life outcomes of implant overdentures and fixed complete dentures. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 25, 791-800.
- Buser, D., Martin, W., & Belser, U. C. (2004). Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: Anatomic and surgical considerations. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19, 43-61.
- Buser, D., Sennerby, L., & De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology 2000*, 73, 7-21. doi:10.1111/prd.12185
- Chen, P., Yu, S., & Zhu, G. (2012). The psychosocial impacts of implantation on the dental aesthetics of missing anterior teeth patients. *British Dental Journal*, 213, E20. doi:10.1038/sj.bdj.2012.1090
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2015). Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43, 487-498. doi:10.1016/j.jdent.2015.03.003
- Demir, E., Özel, G., İnan, Ö., & Dolanmaz, D. (2024). Analysis of satisfaction levels in completely edentulous patients treated with different configurations of implant-supported prostheses. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 39, 776-782. doi:10.11607/jomi.10734
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. doi:10.3758/BRM.41.4.1149

- Feine, J. S., Carlsson, G. E., Awad, M. A., Chehade, A., Duncan, W. J., Gizani, S., ... Wismeijer, D. (2002). The McGill consensus statement on overdentures: Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. *Gerodontology*, 19, 3-4. doi:10.1111/j.1741-2358.2002.00003.x
- Feine, J., Abou-Ayash, S., Al Mardini, M., de Santana, R. B., Bjelke-Holtermann, T., Bornstein, M. M., ... Eycken, D. (2018). Group 3 ITI consensus report: Patient-reported outcome measures associated with implant dentistry. *Clinical Oral Implants Research*, 29, 270-275. doi:10.1111/clr.13299
- Fillion, M., Aubazac, D., Bessadet, M., Allègre, M., & Nicolas, E. (2013). The impact of implant treatment on oral health related quality of life in a private dental practice: A prospective cohort study. *Health and Quality of Life Outcomes*, 11, 197. doi:10.1186/1477-7525-11-197
- Gerritsen, A. E., Allen, P. F., Witter, D. J., Bronkhorst, E. M., & Creugers, N. H. (2010). Tooth loss and oral health-related quality of life: A systematic review and meta-analysis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 8, 126. doi:10.1186/1477-7525-8-126
- Grandi, T., Toti, P., Paoleschi, C., Giorgi, M., Covani, U., & Menchini-Fabris, G. B. (2025). Psychosocial impact of Maxilla-For-All® treatment using standard and long implants (Pterygoid, Trans-Sinus and Zygomatic) on patients with severe maxillary atrophies: A 1-year prospective study with PIDAQ-23 and OHIP-14. *Journal of Clinical Medicine*, 14, 3544. doi:10.3390/jcm14103544
- Hara, M., Matsumoto, T., Yokoyama, S., Higuchi, D., & Baba, K. (2017). Location of implant-retained fixed dentures affects oral health-related quality of life. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19, 710-716. doi:10.1111/cid.12497
- Howe, M.-S., Keys, W., & Richards, D. (2019). Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 84, 9-21. doi:10.1016/j.jdent.2019.03.008
- Kang, J.-M., & Kang, K.-H. (2014). Effect of malocclusion or orthodontic treatment on oral health-related quality of life in adults. *The Korean Journal of Orthodontics*, 44, 304-311. doi:10.4041/kjod.2014.44.6.304
- Klages, U., Claus, N., Wehrbein, H., & Zentner, A. (2006). Development of a questionnaire for assessment of the psychosocial impact of dental aesthetics in young adults. *The European Journal of Orthodontics*, 28, 103-111. doi:10.1093/ejo/cji083
- Knorst, J. K., Sfreddo, C. S., de F. Meira, G., Zanatta, F. B., Vettore, M. V., & Ardenghi, T. M. (2021). Socioeconomic status and oral health-related quality of life: A systematic review and meta-analysis. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 49, 95-102. doi:10.1111/cdoe.12616

- Kuoppala, R., Näpänkangas, R., & Raustia, A. (2013). Quality of life of patients treated with implant-supported mandibular overdentures evaluated with the Oral Health Impact Profile (OHIP-14): A survey of 58 patients. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 4, e4. doi:10.5037/jomr.2013.4204
- Manfredini, M., Pellegrini, M., Rigoni, M., Veronesi, V., Beretta, M., Maiorana, C., & Poli, P. P. (2024). Oral health-related quality of life in implant-supported rehabilitations: A prospective single-center observational cohort study. *BMC Oral Health*, 24, 531. doi:10.1186/s12903-024-04265-y
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22, 67-72. doi:10.4103/aca.ACA_157_18
- Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*, 24, 69-71. doi:10.4314/mmj.v24i3
- Newton, J. T., Prabhu, N., & Robinson, P. G. (2003). The impact of dental appearance on the appraisal of personal characteristics. *International Journal of Prosthodontics*, 16, 429-434.
- Oh, S. H., Kim, Y., Park, J. Y., Jung, Y. J., Kim, S. K., & Park, S. Y. (2016). Comparison of fixed implant-supported prostheses, removable implant-supported prostheses, and complete dentures: Patient satisfaction and oral health-related quality of life. *Clinical Oral Implants Research*, 27, e31-e37. doi:10.1111/clr.12514
- Oweis, Y., Ereifej, N., Al-Asmar, A., & Nedal, A. (2022). Factors affecting patient satisfaction with complete dentures. *International Journal of Dentistry*, 2022, 9565320. doi:10.1155/2022/9565320
- Papaspyridakos, P., Chen, C.-J., Singh, M., Weber, H.-P., & Gallucci, G. (2012). Success criteria in implant dentistry: A systematic review. *Journal of Dental Research*, 91, 242-248. doi:10.1177/0022034511431252
- Passia, N., Chaar, M. S., Krummel, A., Nagy, A., Freitag-Wolf, S., Ali, S., & Kern, M. (2022). Influence of the number of implants in the edentulous mandible on chewing efficacy and oral health-related quality of life-A within-subject design study. *Clinical Oral Implants Research*, 33, 1030-1037. doi:10.1111/clr.13984
- Peres, M. A., Macpherson, L. M., Weyant, R. J., Daly, B., Venturelli, R., Mathur, M. R., ... Kearns, C. (2019). Oral diseases: A global public health challenge. *The Lancet*, 394, 249-260. doi:10.1016/S0140-6736(19)31146-8
- Ramani, R. S., Bennani, V., Aarts, J. M., Choi, J. J. E., & Brunton, P. A. (2020). Patient satisfaction with esthetics, phonetics, and function following implant-supported fixed restorative treatment in the esthetic zone: A systematic

- review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32, 662-672. doi:10.1111/jerd.12625
- Reis, I. N. R. d., do Amaral, G. C. L. S., Hassan, M. A., Villar, C. C., Romito, G. A., Spin-Neto, R., & Pannuti, C. M. (2023). The influence of smoking on the incidence of peri-implantitis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 34, 543-554. doi:10.1111/clr.14066
- Reissmann, D. R. (2021). Methodological considerations when measuring oral health-related quality of life. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48, 233-245. doi:10.1111/joor.12983
- Schimmel, M., Araujo, M., Abou-Ayash, S., Buser, R., Ebenezer, S., Fonseca, M., ... Levine, R. (2023). Group 4 ITI consensus report: Patient benefits following implant treatment in partially and fully edentulous patients. *Clinical Oral Implants Research*, 34, 257-265. doi:10.1111/clr.14145
- Sgolastra, F., Petrucci, A., Severino, M., Gatto, R., & Monaco, A. (2015). Smoking and the risk of peri-implantitis: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 26, e62-e67. doi:10.1111/clr.12333
- Sischo, L., & Broder, H. (2011). Oral health-related quality of life: What, why, how, and future implications. *Journal of Dental Research*, 90, 1264-1270. doi:10.1177/0022034511399918
- Sivaramakrishnan, G., & Sridharan, K. (2016). Comparison of implant supported mandibular overdentures and conventional dentures on quality of life: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Australian Dental Journal*, 61, 482-488. doi:10.1111/adj.12416
- Slade, G. D. (1997). Derivation and validation of a short-form Oral Health Impact Profile. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25, 284-290. doi:10.1111/j.1600-0528.1997.tb00941.x
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics (6th ed.)*. Boston, MA: Pearson.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55. doi:10.5116/ijme.4dfb.8dfd
- Thomason, J. M., Feine, J., Exley, C., Moynihan, P., Müller, F., Naert, I., ... Scott, B. (2009). Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients-The York Consensus Statement. *British Dental Journal*, 207, 185-186. doi:10.1038/sj.bdj.2009.728
- Toia, M., Moreira, C. S., Dias, D. R., Corrà, E., Ravidà, A., & Cecchinato, D. (2025). Fixed full-arch maxillary prostheses supported by four versus six implants: 5-year results of a multicenter randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 36, 298-313. doi:10.1111/clr.14383

- Topan, C., Soylu, E., Demirbaş, A. E., Yener, B., & Gayibov, N. (2025). Retrospective evaluation of oral health-related quality of life in patients after dental implant treatment. *Journal of Medicine and Palliative Care*, 6, 213-218. doi:10.47582/jompac.1650399
- Wang, Y., Bäumer, D., Ozga, A.-K., Körner, G., & Bäumer, A. (2021). Patient satisfaction and oral health-related quality of life 10 years after implant placement. *BMC Oral Health*, 21, 30. doi:10.1186/s12903-020-01381-3
- Wittneben, J. G., Wismeijer, D., Brägger, U., Joda, T., & Abou-Ayash, S. (2018). Patient-reported outcome measures focusing on aesthetics of implant- and tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 29, 224-240. doi:10.1111/clr.13295
- Xie, X., Zhang, Z., Zhou, J., & Deng, F. (2023). Changes of dental anxiety, aesthetic perception and oral health-related quality of life related to influencing factors of patients' demographics after anterior implant treatment: A prospective study. *International Journal of Implant Dentistry*, 9, 22. doi:10.1186/s40729-023-00486-y

BÖLÜM 7

**Gömülü Maksiller Kaninlerde
Dijital ve Yapay Zeka Destekli
Tanı ve Tedavi Planlaması:
Güncel Kanıtlar ve Sınırlılıklar**

***Meyra Durmaz¹
Mehmet Alp Eriş²***

¹ Meyra Durmaz, Uzm. Dt., Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0001-8486-875

² Uzm. Dt., Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0006-0516-9245

Giriş

Maksiller kaninler, üçüncü molarlardan sonra en sık gömülü kalan dişlerdir. Genel popülasyondaki sıklıkları %1–3 arasındadır ve çoğunlukla palatinal konumdadırlar (Becker ve Chaushu, 2015). Gömülü kaninin klinik yönetimi, birbirini izleyen iki soruya verilecek yanıtlara dayanır. Birincisi bir öngörü sorusudur: karma dişlenme dönemindeki bir çocukta kanin kendiliğinden sürecektir mi, yoksa gömülü mü kalacak? Bu sorunun zamanında yanıtlanması, interseptif tedavinin uygulanabileceği kısa zaman aralığının kaçırılmaması için kritiktir. İkincisi bir lokalizasyon sorusudur: gömülü kanin üç boyutlu olarak tam olarak nerededir ve komşu köklere zarar vermiş midir? Bu sorunun yanıtı, cerrahi yaklaşımı ve traksiyonun yönünü belirler.

Geleneksel araçlar bu soruların her ikisinde de önemli sınırlılıklar taşır. Panoramik radyografi, karma dişlenme döneminde çocukların büyük kısmında zaten çekilen, düşük dozlu bir görüntüdür; ancak yorumlanması deneyim gerektirir ve genel diş hekimleri tarafından gözden kaçırılan bulgular hastaların uzmana geç yönlendirilmesine yol açar (Jedliński, Jedliński, Rostkowski, Janiszewska-Olszowska ve Mazur, 2026). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) lokalizasyon sorusunu güvenilir biçimde yanıtlar; ancak daha yüksek radyasyon dozu nedeniyle çocuklarda yalnızca başlangıç değerlendirmesiyle gerekçelendirilebildiğinde kullanılabilir.

Yapay zeka ve dijital iş akışı, bu iki soruya yeni yanıtlar sunma iddiasındadır. Derin öğrenme modelleri panoramik radyograflarda gömülü kanini otomatik olarak tanımayı, konumunu tahmin etmeyi ve hatta gömülülüğü önceden öngörmeyi hedefler. KIBT üzerinde çalışan modeller ise zaman alan segmentasyon ve ölçüm işlemlerini otomatikleştirir. KIBT ile ağız içi tarama verilerinin birleştirilmesi ise sanal tedavi planlamasına ve hastaya özel cerrahi rehberlerin üretimine olanak tanır. Bu bölümde bu yaklaşımların güncel kanıtları ele alınmış; bildirilen performans değerleri, çalışmaların yöntemsel kalitesi ve klinik uygulamaya aktarılabilirlikleri ile birlikte eleştirel olarak değerlendirilmiştir.

Klinik Arka Plan

Dijital araçların hangi klinik karara katkı sağladığını değerlendirebilmek için geleneksel tanı ve tedavi akışının kısaca hatırlanması gerekir. Karma dişlenme döneminde, 9–10 yaşlarından itibaren kanin çıkıntısının bukkal sulkusta palpe edilememesi ya da taraflar arasında asimetri bulunması radyografik değerlendirme için yeterli nedendir (Cobourne, Seehra ve Papageorgiou, 2025). Panoramik radyografide kanin kronunun lateral kesici köküne göre mezio-distal konumu (sektör), kaninin orta hatla yaptığı açı ve kron ucunun oklüzal düzleme uzaklığı, sürme prognozunun temel ölçütleridir. Kron ucu lateral kesicinin uzun ekseninin mezialine geçtikçe gömülü kalma olasılığı artar (Lindauer, Rubenstein, Hang, Andersen ve Isaacson, 1992). Bu ölçütlerin doğru ve tekrarlanabilir

biçimde değerlendirilmesi deneyim gerektirir; yapay zeka modellerinin otomatikleştirmeye çalıştığı ilk adım da budur.

Tedavide ilk seçenek, interseptif dönemde süt kanının çekilmesidir. Ericson ve Kurol (1988) bu işlemten sonra palatinal konumlu kaninlerin büyük kısmının normal sürme yoluna döndüğünü bildirmiştir. Güncel Cochrane derlemesi ise bu etkiye ilişkin kanıtın kesinliğini "çok düşük" olarak değerlendirmiştir (Benson, Atwal, Bazargani, Parkin ve Thind, 2021). Bu belirsizlik, çekimden fayda görece çocukların daha iyi seçilmesini sağlayacak öngörü araçlarına olan ihtiyacı da açıkça göstermektedir. İnterseptif dönem geçmiş ya da kanin sürmemişse cerrahi açığa çıkarma ve ortodontik traksiyon uygulanır. Palatinal kaninlerde açık ve kapalı cerrahi teknikler arasında periodontal sonuç ve toplam tedavi süresi bakımından anlamlı fark gösterilememiştir (Parkin ve ark., 2013; Björksved ve ark., 2021). Bu aşamada başarıyı belirleyen asıl etken, kaninin üç boyutlu konumunun doğru belirlenmesi ve traksiyon vektörünün kesici köklerinden uzaklaşacak şekilde planlanmasıdır. Dijital planlama araçları doğrudan bu soruna yöneliktir.

Üç Boyutlu Görüntüleme: KIBT'nin Yeri ve Sınırları

KIBT, gömülü kaninin bukkopalatinal konumunu, komşu köklerle ilişkisini, folikül genişliğini ve komşu dişlerdeki rezorpsiyonu üç boyutlu olarak gösterir (Walker, Enciso ve Mah, 2005). Haney ve arkadaşları (2010), aynı hastaları geleneksel radyograflar ve KIBT ile değerlendirdiklerinde, klinisyenlerin kanin lokalizasyonu ve komşu kök rezorpsiyonu konusundaki yargılarının ve bazı olgularda tedavi planlarının değiştiğini göstermiştir.

KIBT'nin en belirgin katkısı, iki boyutlu görüntülerde gözden kaçabilen komşu kök rezorpsiyonunun saptanmasıdır. Mitsea ve arkadaşları (2022), yalnızca KIBT kullanılan yedi çalışmayı (540 hasta) içeren meta-analizlerinde lateral kesicide birleşik rezorpsiyon prevalansını %50 (%95 Gİ: %38–63) olarak bildirmiştir. Ancak çalışmalar arası heterojenlik yüksektir. Türkiye'de yapılan bir KIBT çalışmasında tek taraflı gömülü kanini olan 46 hastada, gömülü taraftaki lateral kesicinin hacmi karşı tarafa göre anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur (Ucar, Celebi, Tan, Topcuoglu ve Sekerci, 2017). Bu tip hacimsel analizler, KIBT verilerinin nicel olarak işlenmesinin klinik bilgiye dönüşebileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte KIBT'nin çocuklarda kullanımı radyasyondan korunma ilkeleriyle sınırlanmıştır. Avrupa pediatrik diş hekimliği kılavuzları, KIBT'yi çocuklarda yalnızca geleneksel görüntülemenin yetersiz kaldığı ve sonucun tedaviyi değiştireceği durumlarda kullanılması gereken ikinci basamak bir yöntem olarak tanımlamaktadır (European Academy of Paediatric Dentistry, 2020). Bu durum, dijital gömülü kanin tanısının temel paradoksunu oluşturur. Lokalizasyon ve rezorpsiyon için en doğru bilgi KIBT'den elde edilir; ancak interseptif kararın verilmesi gereken yaş grubunda elde bulunan görüntü

çoğunlukla yalnızca panoramik radyografidir. Yapay zeka araştırmalarının büyük kısmı, bu paradoksun iki farklı ucuna yönelmektedir: panoramik radyograftan daha fazla bilgi çıkarmak ve KIBT'nin gerektiği olgularda analizini hızlandırmak.

Yapay Zeka ile Panoramik Radyografide Tespit

Panoramik radyografide gömülü kaninin otomatik olarak tanınması, yapay zeka araştırmalarının en sık ele aldığı görevdir. Bu çalışmaların çoğunda, ImageNet gibi büyük genel görüntü veri setlerinde önceden eğitilmiş evrişimli sinir ağları (convolutional neural networks, CNN), transfer öğrenme yöntemiyle dental radyograflara uyarlanmıştır. Modeller daha sonra gömülü ve gömülü olmayan kaninleri ayırt edecek şekilde eğitilir.

Bu alandaki en tutarlı bulgu, görüntünün ön işleme tabi tutulmasının performansı belirgin biçimde artırdığıdır. Abdulkreem ve arkadaşları (2024), 1490 panoramik radyograf üzerinde eğitilen bir CNN modelinin ham görüntülerde eğri altındaki alanı (AUC) 0,84 iken, belirli anatomik noktalara dayalı otomatik kırpma uygulandığında bu değerin 0,96'ya yükseldiğini bildirmiştir. Aynı grubun devam çalışmasında sekiz farklı CNN mimarisi karşılaştırılmış ve en iyi performansı GoogLeNet göstermiştir. Bu modelin kırpılmış görüntülerdeki duyarlılığı 0,91, özgüllüğü 0,97 ve AUC değeri 0,99 iken, kırılmamış görüntülerde bu değerler sırasıyla 0,81, 0,85 ve 0,90'a düşmüştür (Alenezi ve ark., 2025). Türkiye'den Tokatlı ve arkadaşları (2026), 694 panoramik radyograftan oluşan tek merkezli bir veri setinde dört farklı mimariyi karşılaştırmış ve VGG16 modeli ile %99,28 doğruluk bildirmiştir. Yazarlar, bu sonucun klinik genellenebilirliğinin çok merkezli veri setleriyle doğrulanması gerektiğini vurgulamıştır.

Araştırma amaçlı geliştirilen bu modellerin ticari yazılımlarla karşılaştırılması önemli bir uyarı içermektedir. Makrygiannakis ve Kaklamanos (2025), piyasada bulunan bir yapay zeka yazılımını 200 panoramik radyograf üzerinde iki uzman gözlemciyle karşılaştırmıştır. Yazılım ile uzmanlar arasındaki uyum gömülü üçüncü molarlarda yüksek (Cohen kappa 0,914) iken, gömülü kaninlerde zayıf kalmıştır (kappa 0,397). Yazarlar, yazılımın gömülü kaninlerin değerlendirilmesi için yetersiz olduğu sonucuna varmıştır.

Bu sonuçlar birlikte yorumlandığında, laboratuvar koşullarında bildirilen çok yüksek doğruluk değerlerinin üç önemli koşula bağlı olduğu görülür: görüntülerin önceden kırılması, gömülü ve gömülü olmayan olguların yapay olarak dengelenmiş sayılarda sunulması ve modelin eğitildiği merkezin görüntüleriyle test edilmesi. Rutin klinik uygulamada ise görüntüler farklı cihazlardan gelir, kırılmamıştır ve gömülü kanin sıklığı düşüktür. Ayrıca büyük kısmı zaten gömülü kalmış bir kaninin tanınmasına yönelik bu modeller, klinik açıdan asıl ihtiyaç olan erken öngörü sorusunu doğrudan yanıtlamaz.

Yapay Zeka ile Lokalizasyon ve Üç Boyutlu Tanı

Panoramik radyograftan bukkopalatinal lokalizasyon

Palatinal ve bukkal gömülü kaninlerin tedavisi belirgin biçimde farklı olduğundan, kaninin bukkopalatinal konumu klinik açıdan en önemli lokalizasyon parametresidir. Ancak bu parametre, iki boyutlu panoramik görüntüde doğrudan görülemez. Cokakoglu, Tosun ve Ozic (2025), panoramik radyograflardan kaninin bukkal, orta ya da palatinal konumunu tahmin etmeye yönelik bir pilot çalışmada YOLO11x modelinin özellikle palatinal konumları tanımada üstün performans gösterdiğini bildirmiştir. Buna karşın bukkal ve orta konumlardaki doğruluk orta düzeyde kalmış; yazarlar bu olgularda kesin lokalizasyon için KIBT'nin hala gerekebileceğini belirtmiştir.

Daha iddialı bir yaklaşım, üretken yapay zeka ile iki boyutlu panoramik görüntüden üç boyutlu bir rekonstrüksiyon oluşturulmasıdır. Minhas ve arkadaşları (2024), 123 hastanın panoramik radyografi ve KIBT'si üzerinde eğitilen böyle bir algoritmayı, kaninin KIBT'deki gerçek konumuyla karşılaştırmıştır. Görsel benzerlik indeksi ortalama 0,71 olmakla birlikte, kaninin konumunun doğru belirlenme oranı bukkolingual yönde yalnızca %41, meziodistal yönde ise %55 olmuştur. Bu sonuç, görsel olarak ikna edici bir üç boyutlu görüntünün klinik açıdan doğru bilgi içerdiği anlamına gelmediğini açıkça göstermektedir.

KIBT üzerinde otomatik segmentasyon ve üç boyutlu tanı

KIBT'de yapay zekanın rolü, panoramik radyografidekinden niteliksel olarak farklıdır. Üç boyutlu görüntü, iki boyutlu görüntüdeki üst üste binme sorununu zaten ortadan kaldırır. Bu nedenle yapay zekanın buradaki temel katkısı tanıyı mümkün kılmak değil, zaman alan segmentasyon ve ölçüm işlemlerini otomatikleştirmektir (Jedliński ve ark., 2026).

Swaity ve arkadaşları (2024), gömülü maksiller kaninin KIBT görüntülerinden otomatik segmentasyonu için geliştirdikleri CNN modelinin, yarı otomatik segmentasyonla neredeyse mükemmel uyum gösterdiğini bildirmiştir (Dice benzerlik katsayısı 0,99). Ortalama işlem süresi 21 saniye olmuştur; yarı otomatik yöntemde ise bu süre 582 saniyedir. Model böylece benzer doğrulukla yaklaşık 24 kat daha hızlı çalışmıştır. Türkiye'den Ünal ve arkadaşları (2025), 159 KIBT görüntüsü üzerinde geliştirdikleri üç boyutlu segmentasyon modelinde 0,90 duyarlılık ve 0,82 kesinlik bildirmiştir.

Segmentasyonun ötesine geçen çalışmalar, klinik karar için gerekli parametrelerin tümünü otomatik olarak ölçmeyi hedefler. Tinawi ve arkadaşları (2025), 316 KIBT görüntüsü üzerinde geliştirilip doğrulanan bir sistemin; kaninin konumunu, oklüzal düzleme uzaklığını, komşu dişlerle çakışmasını, eğimini, bir şiddet indeksini ve komşu kök hasarını otomatik olarak değerlendirebildiğini göstermiştir. Sistemin ortalama anatomik nokta tespit

başarısı %96,2, klinisyen ölçümlerine göre ortalama hatası ise 0,40–1,34 mm aralığında bulunmuştur. Bu tür sistemler, deneyimli bir klinisyenin KIBT üzerinde yaptığı değerlendirmenin yerine geçmekten çok, onu hızlandırma ve standartlaştırma potansiyeli taşır. Ayrıca sanal tedavi planlaması için gereken üç boyutlu modelleri de doğrudan üretir.

Gömülülüğün Öngörülmesi

Klinik açıdan en değerli ancak en zor görev, kanin henüz sürme dönemindeyken ileride gömülü kalıp kalmayacağını öngörülmesidir. Gömülü bir kaninin tanınması mevcut bir durumu sınıflandırır. Öngörü ise henüz gerçekleşmemiş bir sonucu tahmin eder ve bu nedenle çok daha karmaşık bir veri gereksinimi doğurur. Böyle bir modelin eğitilebilmesi için aynı çocukların karma dişlenme dönemindeki görüntüleri ile kaninin sonradan sürüp sürmediğine ilişkin bilginin birlikte bulunması gerekir. Bu bilgiye ulaşmayı zorlaştıran bir etken, bu çocukların bir kısmına arada interseptif tedavi uygulanmış olmasıdır.

Bu alanda yapay zeka öncesi dönemin en kapsamlı çalışması bile sınırlı bir öngörü gücü göstermiştir. Margot ve arkadaşları (2020), 7–14 yaşları arasında en az iki panoramik radyografi bulunan hastaları incelemiştir. Kaninin açılanması, orta hatta uzaklığı, dikey yüksekliği ve sektörüne dayalı bir lojistik regresyon modeli geliştirmiş ve bu modelin AUC değerini 0,783 olarak bildirmiştir. Bu değer, geleneksel radyografik ölçütlerin birlikte kullanıldığında bile gömülülüğü ancak orta düzeyde öngörebildiğini göstermektedir.

Yapay zeka tabanlı öngörü çalışmaları halen az sayıdadır. De Araujo ve arkadaşları (2025), maksiller ölçümlere dayalı denetimli makine öğrenmesi modelleriyle kanin gömülülüğü riskini tahmin etmiştir. Zhang ve arkadaşları (2025) ise panoramik radyograflar üzerinde farklı derin öğrenme modellerinin öngörü performansını karşılaştırmıştır. Güncel bir sistematik derleme, öngöründe KIBT verisine dayalı modellerin daha tutarlı sonuçlar verdiğini, panoramik radyografiye dayalı modellerin ise geliştirilmeye ihtiyaç duyduğunu bildirmiştir (Jedliński ve ark., 2026). Ancak bu bulgu klinik bir çelişki içerir. Öngörünün en yararlı olacağı 8–10 yaş grubundaki çocukların büyük çoğunluğunda KIBT bulunmaz ve radyasyondan korunma ilkeleri nedeniyle yalnızca öngörü amacıyla KIBT çekilmesi de gerekçelendirilemez. Bu nedenle klinik açıdan anlamlı bir öngörü aracının, rutin olarak çekilen panoramik radyograflar üzerinde çalışması ve boylamsal verilerle doğrulanması gerekir.

Böyle bir araç geliştirilebilirse, interseptif tedavi alanındaki temel belirsizliğin çözümüne de katkı sağlayabilir. Süt kanin çekiminin etkinliğine ilişkin kanıtın kesinliği çok düşüktür (Benson ve ark., 2021). Bu belirsizliğin olası nedenlerinden biri, çalışmalara gömülü kalma riski birbirinden farklı çocukların birlikte alınması olabilir. Güvenilir bir risk sınıflandırması, gelecekteki randomize çalışmalarda interseptif tedaviden en fazla yarar görecektik çocukların seçilmesini mümkün kılabilir.

Kanıtın Eleştirel Değerlendirmesi

Tek tek çalışmaların bildirdiği yüksek doğruluk değerleri, sistematik bir değerlendirmede farklı bir tablo ortaya koymaktadır. Jedliński ve arkadaşları (2026), gömülü maksiller kaninin radyolojik tanısında yapay zekanın yerini inceleyen sistematik derlemelerinde sekiz çalışmayı değerlendirmiştir. Bu çalışmalarda toplam 3441 panoramik radyograf ve 914 KIBT görüntüsü analiz edilmiştir. Uygunluk ölçütlerini karşılayan sekiz çalışmanın tamamı 2023–2025 yılları arasında yayımlanmıştır; bu durum alanın oldukça yeni olduğunu göstermektedir. Derlemenin temel bulguları şunlardır:

- **Katılımcı seçimi:** Tüm çalışmalar retrospektif olup ardışık olgular yerine seçilmiş veri setleri kullanmıştır. Bu alanda tüm çalışmalar yüksek yanlışlık riski taşımaktadır. Pek çok veri seti, gömülü ve gömülü olmayan olguların eşit sayıda bulunduğu yapay olarak dengelenmiş bir yapıdadır ve bu durum gerçek klinik popülasyonu yansıtmaz.
- **Ön işleme bağımlılığı:** Panoramik radyograflarda yüksek doğruluk ancak görüntüler kırıldığında ve gürültü azaltıldığında elde edilebilmiştir. Bu da modellerin mevcut aşamada tam otonom olmadığını ve insan denetimi gerektirdiğini gösterir.
- **Doğrulama:** Çalışmaların büyük çoğunluğu yalnızca iç doğrulama kullanmış, bağımsız bir dış veri setiyle test yapmamıştır. Analiz alanında düşük yanlışlık riski yalnızca bir çalışmaya verilebilmiştir.
- **Klinik görev farklılığı:** Panoramik radyografi çalışmaları çoğunlukla tespit görevini, KIBT çalışmaları ise lokalizasyon ve segmentasyon görevini ele aldığından, iki görüntüleme yönteminin doğrudan karşılaştırılması mümkün değildir.

Yazarlar, mevcut kanıtın yapay zekanın gömülü kaninin tespiti ve lokalizasyonunda deneyimli klinisyenlerden daha etkili olduğunu gösteren yüksek kaliteli çalışma içermediği sonucuna varmıştır. Bu nedenle derlemenin sıfır hipotezi reddedilememiştir.

Bu tablo, yapay zeka çalışmalarını okuyan klinisyen için pratik bir değerlendirme çerçevesi sunar. Bir çalışmanın klinik değerini yorumlarken şu sorular sorulmalıdır: Veri seti tek merkezden mi yoksa birden fazla merkezden mi alınmıştır? Olgular ardışık mıdır, yoksa yapay olarak dengelenmiş midir? Görüntüler ön işlemle geçirilmiş midir? Model, eğitildiği merkezden bağımsız bir veri setiyle test edilmiş midir? Karşılaştırma, deneyimli bir klinisyenle mi yapılmıştır? Ve en önemlisi, model gerçekten klinik bir kararı mı desteklemektedir? Bu sorulara verilen yanıtlar, raporlanan doğruluk oranından daha belirleyicidir.

Dijital Tedavi Planlaması ve Hastaya Özel Apareyler

Sanal planlama

Dijital tedavi planlamasının temeli, farklı kaynaklardan gelen verilerin tek bir üç boyutlu modelde birleştirilmesidir. KIBT'den elde edilen kemik ve kök bilgisi DICOM formatında, ağız içi tarayıcıdan elde edilen diş kronu ve diş eti yüzeyleri ise STL formatında alınır ve yazılım üzerinde karşılaştırılır. Böylece gömülü kanin, komşu kökler, alveolar kemik ve arkta kaninin yönlendirileceği hedef konum aynı modelde görülebilir. Bir önceki bölümde ele alınan otomatik segmentasyon yöntemleri, bu modelin hazırlanması için gereken süreyi belirgin biçimde kısaltır (Swaity ve ark., 2024).

Bu model üzerinde klinisyen; kaninin kesici köklerinden uzaklaştırılması için gereken ilk traksiyon vektörünü, kaninin arkta hedeflenen konuma ulaşana kadar izleyeceği yolu ve bu yol boyunca komşu köklerle olası çarpışma noktalarını sanal olarak planlayabilir. Ataşmanın yapıştırılacağı kron yüzeyi de önceden seçilebilir. Bu, geleneksel yaklaşımda sık karşılaşılan bir sorunu çözmeyi hedefler: cerrahi sırasında ataşmanın ulaşılabilen ilk yüzeye yapıştırılması ve bunun sonucunda istenmeyen bir kuvvet vektörünün oluşması.

Üç boyutlu baskılı cerrahi rehberler ve apareyler

Sanal plan, eklemeli üretim yöntemleriyle hastaya özel cerrahi rehberlere ve ortodontik apareylere dönüştürülebilir. Cerrahi rehber, dişler ve mukoza üzerine oturarak cerraha kanin kronunun tam yerini gösterir. Böylece daha küçük bir flep ve daha az kemik kaldırılmasıyla açığa çıkarma yapılabilir. Vasoglou, Lyros, Patatou ve Vasoglou (2023), palatinal gömülü kanini olan iki olguda KIBT ve ağız içi taramaya dayanarak tasarlanan ve biyouyumlu dental alaşımdan üç boyutlu yazıcıyla üretilen bir aparey kullanmıştır. Bu aparey hem cerrahi açığa çıkarmada rehber, hem de traksiyon sırasında kuvvetin uygulandığı bir ankraj noktası olarak görev yapmıştır. Her iki olguda da traksiyonun ilk üç ayında kanin kronu damakta önceden planlanan konumda görünmeye başlamıştır.

Aynı iş akışı, iskeletsel ankraj araçlarının yerleşiminde de kullanılabilir. Mini vidaların ya da mini plakların traksiyon vektörüne uygun ve komşu köklere zarar vermeyecek bir konuma yerleştirilmesi, sanal planlama ve cerrahi rehberle daha öngörülebilir hale gelir. Ancak iskeletsel ankrajın gömülü kanin traksiyonundaki etkinliğine ilişkin karşılaştırmalı klinik kanıt halen sınırlıdır (Assali, Neani, Zaoui ve Halimi, 2025).

Kanıt düzeyi

Dijital planlama ve üç boyutlu baskılı apareylerle ilgili yayınların büyük kısmı olgu raporları ve teknik notlardan oluşmaktadır. Bu yaklaşımların cerrahi süre, hasta konforu, traksiyon süresi, periodontal sonuç ve maliyet açısından geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığı randomize çalışmalar henüz

bulunmamaktadır. Bu nedenle dijital planlama günümüzde özellikle kaninin kesici köklerine çok yakın olduğu, yüksek ya da yatay konumlandığı ve yarıklı hastalardaki gibi anatominin değiştiği karmaşık olgularda değerlendirilmesi gereken bir seçenektir.

Klinik Uygulamaya Aktarım: Sınırlılıklar ve Gelecek

Yapay zekanın gerçekçi klinik rolü

Mevcut kanıtlar ışığında yapay zekanın gömülü kanin tanısındaki en gerçekçi rolü, uzman klinisyenin yerine geçmek değildir. Yapay zeka iki alanda katkı sağlayabilir. Birincisi bir erken uyarı işlevidir: karma dişlenme dönemindeki çocukların rutin panoramik radyograflarında risk taşıyan kaninleri işaretleyerek genel diş hekiminin dikkatini çekmek ve hastanın zamanında ortodontiste yönlendirilmesini sağlamak. Gömülü kaninli hastaların uzmana sıklıkla geç yönlendirildiği göz önüne alındığında, bu işlevin klinik değeri yüksek olabilir (Jedliński ve ark., 2026). İkincisi bir iş yükü azaltma işlevidir: KIBT'nin gerektiği olgularda segmentasyon, ölçüm ve üç boyutlu model hazırlama gibi zaman alan işlemleri otomatikleştirmek. Her iki işlevde de nihai tanı ve tedavi kararının sorumluluğu klinisyende kalmalıdır.

Sınırlılıklar

Yapay zeka modellerinin klinik uygulamaya aktarılmasının önünde teknik, yöntemsel ve etik engeller bulunmaktadır:

- **Genellenebilirlik:** Tek bir merkezin, tek bir cihazın ve tek bir popülasyonun görüntüleriyle eğitilen modeller, farklı cihazlardan ve popülasyonlardan gelen görüntülerde belirgin performans kaybı gösterebilir. Bildirilen doğruluk değerlerinin bağımsız merkezlerde doğrulanması bu nedenle zorunludur.
- **Radyasyondan korunma:** Yalnızca yapay zeka analizine olanak tanımak amacıyla çocuklarda KIBT çekilmesi gerekçelendirilemez. KIBT, geleneksel görüntülemenin yetersiz kaldığı ve tedaviyi değiştirecek olgularla sınırlı kalmalıdır (European Academy of Paediatric Dentistry, 2020).
- **Şeffaflık ve sorumluluk:** Derin öğrenme modellerinin karar süreci çoğu zaman açıklanamaz. Modelin hatalı bir sonuç verdiği durumda sorumluluğun kime ait olduğu, tıbbi cihaz olarak düzenlenme gereklilikleri ve hasta verilerinin korunması, klinik kullanım öncesinde yanıtlanması gereken sorulardır.
- **Otomasyon yanlışlığı:** Deneyimsiz klinisyenler yazılımın önerisine aşırı güvenebilir. Özellikle bukkopalatinal lokalizasyon gibi

modellerin zayıf olduğu görevlerde bu durum hatalı cerrahi yaklaşım seçimine yol açabilir.

Gelecek araştırma öncelikleri

Bu alanda ilerleme sağlanabilmesi için gelecekteki çalışmaların bazı özellikler taşıması gerekir. Bu çalışmalar prospektif ve çok merkezli olmalı, ardışık olgulardan oluşan gerçekçi veri setleri kullanmalı ve modelleri bağımsız dış veri setleriyle doğrulamalıdır. Gömülülüğün öngörüsü için boylamsal veri setlerine ihtiyaç vardır. En önemlisi, modellerin yalnızca tanısal doğruluğunun değil, klinik sonuç üzerindeki etkisinin de değerlendirilmesi gerekir. Yapay zeka desteğinin uzmana yönlendirme zamanını kısaltıp kısaltmadığı, interseptif tedavinin başarısını artırıp artırmadığı ve cerrahi-ortodontik tedavi gereksinimini azaltıp azaltmadığı, bu alanın yanıt bekleyen asıl sorularıdır.

Sonuç

Gömülü maksiller kaninin yönetiminde dijital ve yapay zeka destekli yaklaşımlar, iki temel klinik soruya yönelmektedir: kaninin gömülü kalıp kalmayacağının öngörülmesi ve gömülü kaninin üç boyutlu konumunun belirlenmesi. Panoramik radyografi üzerinde çalışan derin öğrenme modelleri, gömülü kanini tanımda laboratuvar koşullarında çok yüksek doğruluk bildirmektedir. Ancak bu başarı büyük ölçüde görüntülerin ön işlemden geçirilmesine ve yapay olarak dengelenmiş veri setlerine bağlıdır. Ticari yazılımlar ise gömülü kaninlerde uzmanlarla zayıf uyum göstermektedir. Klinik açıdan en önemli parametre olan bukkopalatinal konumun panoramik radyograftan belirlenmesi hala güvenilir değildir. İnterseptif tedavinin zamanında uygulanması için asıl ihtiyaç olan gömülülük öngörüsü ise yeterince araştırılmamıştır.

KIBT üzerinde çalışan modeller, segmentasyon ve ölçüm işlemlerini uzmanla benzer doğrulukta ve belirgin biçimde daha hızlı gerçekleştirebilmektedir. Bu modeller, KIBT ile ağız içi taramayı birleştiren sanal planlama ve üç boyutlu baskılı cerrahi rehberler için de doğal bir altyapı oluşturur. Ancak bu uygulamaların klinik sonuç üzerindeki etkisi, şimdilik yalnızca olgu raporlarıyla desteklenmektedir.

Güncel sistematik derlemeler, bu alandaki çalışmaların yüksek yanlışlık riski taşıdığını ve yapay zekanın deneyimli klinisyenlerden üstün olduğunu gösteren yüksek kaliteli kanıt bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle yapay zeka, günümüzde genel diş hekimine yardımcı bir erken uyarı aracı ve uzmana yardımcı bir iş yükü azaltma aracı olarak değerlendirilmelidir. Nihai tanı ve tedavi kararı klinisyenin sorumluluğunda kalmalıdır. Alanın ilerleyebilmesi için prospektif, çok merkezli, dış doğrulaması yapılmış ve yalnızca tanısal doğruluğu değil klinik sonucu da değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Abdulkreem, A., Bhattacharjee, T., Alzaabi, H., Alali, K., Gonzalez, A., Chaudhry, J., & Prasad, S. (2024). Artificial intelligence-based automated preprocessing and classification of impacted maxillary canines in panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 53, 173–177. doi:10.1093/dmfr/twae005
- Alenezi, O., Bhattacharjee, T., Alseed, H. A., Tosun, Y. I., Chaudhry, J., & Prasad, S. (2025). Evaluating the efficacy of various deep learning architectures for automated preprocessing and identification of impacted maxillary canines in panoramic radiographs. *International Dental Journal*, 75, 100940. doi:10.1016/j.identj.2025.100940
- Assali, A., Niani, H., Zaoui, F., & Halimi, A. (2025). The effectiveness of temporary anchorage devices (TADs) in the orthodontic management of impacted canines: A systematic review. *Brazilian Dental Science*, 28(1), e4551. doi:10.4322/bds.2025.e4551
- Becker, A., & Chaushu, S. (2015). Etiology of maxillary canine impaction: A review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 148(4), 557–567.
- Benson, P. E., Atwal, A., Bazargani, F., Parkin, N., & Thind, B. (2021). Interventions for promoting the eruption of palatally displaced permanent canine teeth, without the need for surgical exposure, in children aged 9 to 14 years. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (12), CD012851. doi:10.1002/14651858.CD012851.pub2
- Björksved, M., Arnrup, K., Bazargani, S. M., Lund, H., Magnusson, A., Magnuson, A., Lindsten, R., & Bazargani, F. (2021). Open vs closed surgical exposure of palatally displaced canines: a comparison of clinical and patient-reported outcomes—a multicentre, randomized controlled trial. *European journal of orthodontics*, 43(5), 487–497. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjab015>
- Cobourne, M. T., Seehra, J., & Papageorgiou, S. N. (2025). The palatal displaced maxillary canine: Early diagnosis and interceptive correction—A guideline for the general dental practitioner. *British Dental Journal*, 239, 463–470. doi:10.1038/s41415-025-8892-z
- Cokakoglu, S., Tosun, S., & Ozic, M. U. (2025). Deep learning-based prediction of buccal, middle and palatal orientations of impacted maxillary canines using panoramic radiographs: A pilot study. *BMC Oral Health*, 25, 1933. doi:10.1186/s12903-025-07395-z
- de Araujo, C. M., Freitas, P. F. J., Ferraz, A. X., Andreis, P. K. D. S., Meger, M. N., Baratto-Filho, F., Augusto Rodenbusch Poletto, C., Kuchler, E. C., Camargo, E. S., & Schroder, A. G. D. (2025). Predicting the Risk of Maxillary Canine Impaction Based on Maxillary Measurements Using Supervised Machine

- Learning. *Orthodontics & craniofacial research*, 28(1), 207–215.
<https://doi.org/10.1111/ocr.12863>
- Ericson, S., & Kurol, J. (1988). Early treatment of palatally erupting maxillary canines by extraction of the primary canines. *European Journal of Orthodontics*, 10(4), 283–295.
- European Academy of Paediatric Dentistry. (2020). Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 21, 375–386. doi:10.1007/s40368-019-00493-x
- Haney, E., Gansky, S. A., Lee, J. S., Johnson, E., Maki, K., Miller, A. J., & Huang, J. C. (2010). Comparative analysis of traditional radiographs and cone-beam computed tomography volumetric images in the diagnosis and treatment planning of maxillary impacted canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(5), 590–597.
- Jedliński, M., Jedliński, A., Rostkowski, G., Janiszewska-Olszowska, J., & Mazur, M. (2026). Artificial intelligence in the radiological diagnosis of impacted maxillary canines: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 15(9), 3373. doi:10.3390/jcm15093373
- Lindauer, S. J., Rubenstein, L. K., Hang, W. M., Andersen, W. C., & Isaacson, R. J. (1992). Canine impaction identified early with panoramic radiographs. *Journal of the American Dental Association*, 123(3), 91–97.
- Makrygiannakis, M. A., & Kaklamanos, E. G. (2025). Assessment of AI software's diagnostic accuracy in identifying impacted teeth in panoramic radiographs. *European Journal of Orthodontics*, 47, cjaf085. doi:10.1093/ejo/cjaf085
- Minhas, S., Wu, T. H., Kim, D. G., Chen, S., Wu, Y. C., & Ko, C. C. (2024). Artificial intelligence for 3D reconstruction from 2D panoramic X-rays to assess maxillary impacted canines. *Diagnostics*, 14, 196. doi:10.3390/diagnostics14020196
- Mitsea, A., Palikaraki, G., Karamesinis, K., Vastardis, H., Gizani, S., & Sifakakis, I. (2022). Evaluation of lateral incisor resorption caused by impacted maxillary canines based on CBCT: A systematic review and meta-analysis. *Children*, 9(7), 1006. doi:10.3390/children9071006
- Parkin, N. A., Milner, R. S., Deery, C., Tinsley, D., Smith, A. M., Germain, P., Freeman, J. V., Bell, S. J., & Benson, P. E. (2013). Periodontal health of palatally displaced canines treated with open or closed surgical technique: a multicenter, randomized controlled trial. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 144(2), 176–184.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.03.016>

- Margot, R., Maria, C. L., Ali, A., Annouschka, L., Anna, V., & Guy, W. (2020). Prediction of maxillary canine impaction based on panoramic radiographs. *Clinical and experimental dental research*, 6(1), 44–50. <https://doi.org/10.1002/cre2.246>
- Swaity, A., Elgarba, B. M., Morgan, N., Ali, S., Shujaat, S., Borsci, E., Chilvarquer, I., & Jacobs, R. (2024). Deep learning driven segmentation of maxillary impacted canine on cone beam computed tomography images. *Scientific reports*, 14(1), 369. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49613-0>
- Tinawi, S., Teixeira, R., Aliaga-Del Castillo, A., Benavides, E., Soki, F., Ruellas, A. C. O., Larson, B., Guillén, L. E. A., Rodríguez-Cárdenas, Y. A., Ruíz-Mora, G. A., Bianchi, J., Gurgel, M., Miranda, F., Keener, D., Gillot, M., Anchling, L., Claret, J., Roberts, C., McNamara, L. M., Barkley, M., ... Cevidanes, L. (2025). AI-Assisted 3D diagnosis of impacted maxillary canines: A validation study. *Clinical oral investigations*, 29(12), 565. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06641-6>
- Tokatlı, N., Erdem, B., Özcan, M., Turan Maviş, B., Şar, Ç., & Özdemir, F. (2026). Comparative evaluation of deep learning models for the classification of impacted maxillary canines on panoramic radiographs. *Diagnostics*, 16(2), 219. doi:10.3390/diagnostics16020219
- Ucar, F. I., Celebi, A. A., Tan, E., Topcuoglu, T., & Sekerci, A. E. (2017). Effects of impacted maxillary canines on root resorption of lateral incisors: A cone beam computed tomography study. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 78(3), 233–240. doi:10.1007/s00056-016-0077-6
- Ünal, T., Kuran, A., Gulsen, I. T., Kızılay, F. N., Gulsen, E., Özüdoğru, S., Gördeli, K., Celik, O., Uğurlu, M., Bayrakdar, İ. Ş., & Orhan, K. (2025). Deep learning-based 3D automatic segmentation of impacted canines in CBCT scans. *BMC oral health*, 25(1), 1927. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07117-5>
- Vasoglou, G., Lyros, I., Patatou, A., & Vasoglou, M. (2023). Orthodontic treatment of palatally impacted maxillary canines with the use of a digitally designed and 3D-printed metal device. *Dentistry Journal*, 11(4), 102. doi:10.3390/dj11040102
- Walker, L., Enciso, R., & Mah, J. (2005). Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(4), 418–423.
- Zhang, C., Zhu, H., Long, H., Shi, Y., Guo, J., & You, M. (2025). Deep learning-assisted comparison of different models for predicting maxillary canine impaction on panoramic radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 168, 579–588.e2. doi:10.1016/j.ajodo.2025.05.008

BÖLÜM 8

İlaca Bağlı Çene Osteonekrozunda Güncel Yaklaşımlar

*İsmail Burak Halat¹
Emre Can Çıralık²
Şamil Esad Güven³*

¹ Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0008-9954-6623

² Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0007-2651-1000

³ Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0006-5911-9446

1. Giriş

İlaça bağlı çene osteonekrozu (medication-related osteonecrosis of the jaw; MRONJ), özellikle antiresorptif tedavi alan hastalarda görülen, ancak anti-anjiyojenik ve bazı hedefe yönelik tedavilerle de ilişkisi bildirilen önemli bir maksillofasiyal komplikasyondur (1-5). Hastalık başlangıçta bisfosfonat tedavisi gören bireylerde tanımlandığı için “bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw” olarak adlandırılmış, zaman içerisinde denosumab ve farklı ilaç gruplarının da benzer osteonekrotik tablolarla ilişkilendirilmesi sonucunda daha kapsayıcı olan MRONJ terminolojisi benimsenmiştir (1,3,5).

MRONJ'nin klinik görünümü oldukça geniş bir spektruma sahiptir. Hastalık, asemptomatik ve kemik ekspozisyonunun bulunmadığı erken değişikliklerden; persistan ekspoze nekrotik kemik, ağrı, pürülan enfeksiyon, fistül oluşumu, yaygın osteoliz, oroantral veya oronazal iletişim ve patolojik kırıkla seyreden ileri tablolara kadar değişebilir (1-3). Bu çeşitlilik nedeniyle MRONJ yalnızca “ağız içinde görülen ekspoze kemik” olarak değerlendirilmemeli; ilaç öyküsü, klinik semptomlar ve radyolojik değişiklikler birlikte ele alınmalıdır.

Hastalığın patogenezi de klinik görünümü kadar karmaşıktır. Antiresorptif ilaçlarla osteoklast fonksiyonunun ve kemik turnoverının baskılanması temel mekanizmalardan biri olmakla birlikte, bu mekanizma tek başına bütün olguları açıklamamaktadır. Lokal enfeksiyon ve inflamasyon, anjiyogenezin etkilenmesi, immün yanıt bozuklukları, oral mukozanın iyileşme kapasitesindeki azalma ve çene kemiklerinin kendine özgü anatomik ve metabolik özellikleri de hastalık gelişimine katkıda bulunmaktadır (3,4,7). Bu nedenle günümüzde MRONJ multifaktöriyel bir hastalık olarak kabul edilmektedir.

MRONJ gelişme riski ilaç kullanan bütün hastalarda aynı değildir. Özellikle tedavi endikasyonu risk düzeyini belirleyen temel faktörlerden biridir. Osteoporoz nedeniyle düşük doz antiresorptif kullanan hastalarda mutlak risk oldukça düşükken, kemik metastazı veya multipl miyelom nedeniyle yüksek doz ve daha sık aralıklı tedavi alan onkoloji hastalarında risk belirgin biçimde artmaktadır (1,3,6). Ayrıca tedavinin süresi, kümülatif ilaç maruziyeti, eş zamanlı kortikosteroid veya anti-anjiyojenik tedaviler ve lokal dental enfeksiyonlar bireysel risk üzerinde etkili olabilir (1-3).

MRONJ yönetimi de zaman içerisinde değişmiştir. İlk yıllarda temel yaklaşım hastalığın ilerlemesini sınırlamak amacıyla konservatif tedavi ve mümkün olduğunca cerrahiden kaçınma yönündeyken, güncel çalışmalar uygun seçilmiş hastalarda cerrahi tedavinin erken evrelerde de başarılı olabileceğini göstermektedir (1,2,8,16). Bununla birlikte konservatif tedavinin rolü ortadan kalkmamış; hastanın sistemik durumu, hastalık yaygınlığı, semptomların şiddeti ve tedaviden beklenen yarara göre konservatif veya cerrahi yöntemlerin bireyselleştirilmesi ön plana çıkmıştır.

Benzer biçimde diş çekimi öncesi drug holiday, CTX gibi serum belirteçlerinin kullanımı, platelet-rich fibrin (PRF), bone morphogenetic protein (BMP), fotobiyomodülasyon ve hiperbarik oksijen gibi yardımcı yöntemlerin klinik değeri halen tartışmalıdır (10,13-15,20). Bu alanlarda umut verici sonuçlar bulunmakla birlikte, birçok önerinin düşük veya heterojen kanıt düzeyine dayandığı göz önünde bulundurulmalıdır.

2. Tanım, Terminoloji ve Epidemiyoloji

MRONJ terminolojisinin gelişimi hastalık hakkındaki bilgilerin genişlemesiyle paralellik göstermiştir. İlk bildirilen olgularda osteonekroz bisfosfonat tedavisiyle ilişkilendirildiğinden BRONJ terimi kullanılmıştır. Ancak denosumab, anti-anjiyojenik ajanlar ve diğer bazı ilaçlarla benzer tabloların bildirilmesi üzerine AAOMS 2014 yılında MRONJ terimini benimsemiş ve bu terminoloji 2022 yılında da korunmuştur (1,3,5).

AAOMS 2022'ye göre MRONJ tanısında üç temel özellik bulunmalıdır. Hasta mevcut veya daha önce antiyosorptif tedavi almış olmalı; bu tedavi tek başına veya immünomodülatör/anti-anjiyojenik bir ajanla birlikte verilmiş olabilir. Maksillofasiyal bölgede sekiz haftadan uzun süre devam eden ekspoze kemik veya intraoral/ekstraoral fistül aracılığıyla sondalanabilen kemik bulunmalı ve hastanın çene bölgesine radyoterapi öyküsü veya çene metastazı olmamalıdır (1).

Bununla birlikte kemik ekspozasyonunun zorunlu tanı kriteri olması uzun süredir tartışılmaktadır. SIPMO-SICMF yaklaşımı bu açıdan AAOMS sisteminden farklıdır. İtalyan uzman paneli, ilaç maruziyeti bulunan bir hastada klinik ve radyolojik olarak progresif kemik destrüksiyonunun saptanmasını esas almakta ve ekspoze kemiği zorunlu kriter olarak kabul etmemektedir. Bu tanımda mevcut veya geçmiş bone-modifying agent ve/veya anti-anjiyojenik ajan kullanımı, progresif kemik destrüksiyonunun klinik-radyolojik kanıtı ve çenelerde radyoterapi veya malignite bulunmaması temel unsurlardır (2).

Kore multidisipliner çalışma grubu 2025 yılında AAOMS kriterlerini temel almakla birlikte erken tanıya yönelik önemli bir ekleme yapmıştır. Buna göre kemik nekrozu klinik veya radyolojik olarak kesin biçimde doğrulanabiliyorsa, sekiz haftalık gözlem süresinin tamamlanmasını beklemeden MRONJ tanısı konulabileceği belirtilmektedir (3). Bu yaklaşım özellikle belirgin nekrotik değişiklik bulunan hastalarda tanının gecikmesini önlemeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte bu ek kriter bütün uluslararası kılavuzlarda henüz ortak kabul görmüş değildir.

Epidemiyolojik verilerin yorumlanması MRONJ'de önemli bir sorundur. Çalışmalar arasında kullanılan tanı kriterleri, takip süreleri, hasta popülasyonları ve ilaç rejimleri önemli ölçüde değiştiği için tek bir genel insidans değerinden söz etmek güçtür (1–3). SIPMO-SICMF de farklı tanımlar ve kısa takip süreleri

nedeniyle bildirilen epidemiyolojik oranların doğrudan karşılaştırılmasının sınırlı olduğunu vurgulamaktadır (2).

Kanser hastalarında risk, osteoporoz hastalarından belirgin biçimde yüksektir. Zhang ve ark. 2024 yılındaki sistematik derleme ve meta-analizinde 23 çalışma ve 42.003 kanser hastası değerlendirilmiş, bisfosfonat veya denosumab alan hastalarda genel ONJ insidansı %2,08 olarak hesaplanmıştır. Aynı analizde denosumab kullananlarda bisfosfonat kullananlara göre daha yüksek risk bildirilmiştir (RR=1,64; %95 GA: 1,10–2,44) (6).

Osteoporoz hastalarında risk genel olarak daha düşüktür ve bu durum hasta bilgilendirmesinde özellikle vurgulanmalıdır. Bununla birlikte diş çekimi gibi lokal risk faktörleri bu oranı artırabilir. Kostares ve ark. 2025 yılındaki meta-analizinde osteoporoz nedeniyle antiresorptif tedavi kullanan ve diş çekimi yapılan 3.784 hasta ile 5.426 çekim değerlendirilmiş, MRONJ prevalansı %1,7 olarak bildirilmiştir. Yalnızca bisfosfonatla ilişkili olgular analiz edildiğinde oran %0,7'ye düşmüştür (9). Bu oranların bütün osteoporoz popülasyonunun temel riskini değil, invaziv dental işlem uygulanmış seçilmiş bir grubu temsil ettiği unutulmamalıdır.

Dolayısıyla epidemiyolojik değerlendirmede en temel ayırım, düşük doz osteoporoz tedavileri ile yüksek doz onkolojik rejimler arasındadır. Hastanın riskinin yalnızca kullandığı ilaç adı üzerinden değil; endikasyon, doz, tedavi sıklığı, süre ve lokal dental durumla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (1-3,6,9).

3. Mronj ile İlişkili İlaçlar ve Farmakolojik Risk

MRONJ ile en güçlü ve en iyi belgelenmiş ilişki bisfosfonatlar ve denosumab ile kurulmuştur (1-4). Bununla birlikte son yıllarda bazı anti-anjiyojenik, hedefe yönelik ve immünomodülatör ilaçlarla da osteonekroz olguları bildirilmiştir (3,5). Bu ajanların risk düzeyleri ve nedensellik güçleri birbirinden farklıdır.

Bisfosfonatlar hidroksiapatite yüksek afinite gösteren, kemik yüzeyinde biriken ve osteoklastik kemik rezorpsiyonunu baskılayan ilaçlardır. Azot içeren zoledronat, alendronat, risedronat ve ibandronat bu grup içinde klinik açıdan en sık karşılaşılan ajanlardandır. Bisfosfonatların önemli farmakokinetik özelliği kemik dokusunda uzun süre kalabilmeleridir. Bu nedenle ilacın kesilmesi, geçmiş maruziyetin biyolojik etkisini kısa sürede ortadan kaldırmaz (1,4).

Bisfosfonat ilişkili MRONJ riskini belirleyen en önemli değişkenlerden biri tedavi endikasyonudur. Osteoporoz için kullanılan oral veya yıllık düşük doz intravenöz rejimlerle malignitede kullanılan yüksek doz intravenöz rejimler aynı risk kategorisinde değerlendirilmemelidir (1-3). Yüksek doz zoledronat gibi tedavilerde daha yoğun osteoklast baskılanması ve daha yüksek kümülatif maruziyet söz konusudur. Tedavi süresi uzadıkça risk artabilmekle birlikte kesin bir “güvenli süre sınırı” bulunmamaktadır.

Denosumab, RANKL'ye karşı geliştirilmiş monoklonal antikordur. Osteoklast prekürsörlerinin farklılaşmasını ve matür osteoklastların aktivitesini baskılayarak güçlü antiresorptif etki oluşturur (3,7). Bisfosfonatların aksine kemik mineraline bağlanmaz; bu nedenle tedavi kesildiğinde etkisi daha hızlı geri dönüş gösterir. Bu özellik özellikle perioperatif ilaç yönetiminde bisfosfonatlardan farklı değerlendirilmesini gerektirir.

Denosumabda da risk tedavi endikasyonuna bağlıdır. Osteoporozda altı ayda bir uygulanan düşük doz rejim ile onkolojide aylık yüksek doz uygulama arasında önemli risk farkı vardır (1,3). Kanser hastalarını değerlendiren güncel meta-analiz, denosumab grubunda bisfosfonatlara göre anlamlı derecede daha yüksek ONJ riski bildirmiştir (6). Ancak bu bulgunun osteoporoz için kullanılan düşük doz denosumab rejimlerine doğrudan aktarılması doğru değildir.

Romosozumab gibi daha yeni osteoporoz tedavileriyle de MRONJ olguları bildirilmiştir. AAOMS ve Kore uzman görüş bildirilerinde romosozumab ile ilişkili düşük mutlak risklerden söz edilmekle birlikte, vaka sayıları bisfosfonat ve denosumab literatürüne kıyasla sınırlıdır (1,3). Dolayısıyla bu ilaçlarda risk iletişiminin daha temkinli yapılması gerekmektedir.

Anti-anjiyojenik ilaçların MRONJ ile ilişkisi de giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bevacizumab gibi VEGF yolaklarını hedefleyen monoklonal antikorlar ve sunitinib, sorafenib, cabozantinib gibi tirozin kinaz inhibitörleriyle osteonekroz bildirimleri bulunmaktadır (1,5). Bunun yanında mTOR inhibitörleri, bazı immün kontrol inhibitörleri, radiopharmaceutical ajanlar ve immünomodülatör tedaviler için de olgular yayımlanmıştır.

Jawad ve ark. 2025 yılındaki derlemesinde bisfosfonat ve denosumab dışında MRONJ ile ilişkilendirilen çok sayıda yeni ajan ele alınmış, ancak bu ilişkilerin çoğunun olgu sunumları, küçük seriler veya eş zamanlı antiresorptif tedavilerin bulunduğu hasta gruplarına dayandığı vurgulanmıştır (5). Bu nedenle bu ilaçlarda “MRONJ’ye neden olur” şeklinde kesin nedensellik ifadeleri yerine “MRONJ ile ilişkisi bildirilmiştir” ifadesi daha uygundur.

Kortikosteroidler de tek başına temel MRONJ nedeni olarak kabul edilmemekle birlikte, antiresorptif kullanan hastalarda risk artırıcı eşlik eden faktörler arasında değerlendirilmektedir (1,3). Aynı durum kemoterapi ve bazı immünomodülatör ajanlar için de geçerlidir.

Klinik risk değerlendirmesinde sonuç olarak yalnızca ilaç adı sorgulanmamalıdır. İlacın dozu, uygulama aralığı, tedavi endikasyonu, toplam maruziyet süresi, geçmiş antiresorptif kullanımı ve eş zamanlı ilaçlar birlikte kaydedilmelidir (1–3,5). Özellikle bir antiresorptiften diğerine geçen veya uzun süre ardışık tedavi alan hastalarda kümülatif farmakolojik yük önem kazanabilir.

4. Patogenez

MRONJ'nin patogenezi tam olarak aydınlatılmış değildir ve güncel veriler tek bir mekanizmanın hastalığı açıklamak için yeterli olmadığını göstermektedir (3,4,7). Kemik remodelingi baskılanması en çok kabul gören temel mekanizmalardan biri olmakla birlikte; enfeksiyon, inflamasyon, vasküler değişiklikler, immün sistem bozuklukları ve yumuşak doku toksisitesi hastalığın oluşmasına ve sürmesine katkıda bulunmaktadır.

Kemik remodelinginin baskılanması antiresorptif ilaçların temel farmakolojik etkisidir. Bisfosfonatlar osteoklast fonksiyonunu farklı hücresel yollar üzerinden inhibe ederken, denosumab RANK/RANKL etkileşimini engelleyerek osteoklast gelişimini ve aktivitesini azaltır. Sonuçta kemik rezorpsiyonu ve turnoverı azalır (4,7). Normal koşullarda remodeling, kemikte oluşan mikrohasarların uzaklaştırılması ve yeni kemikle değiştirilmesi açısından gereklidir. Uzun süreli ve güçlü antiresorptif etki bu fizyolojik onarım kapasitesini azaltabilir.

Maciel ve ark. patogenez derlemesinde kemik turnoverındaki bozulma, MRONJ gelişimi için temel hipotezlerden biri olarak ele alınmakta; ancak oral enfeksiyon ve inflamasyon, anti-anjiyojenik etkiler, yumuşak doku toksisitesi ve lenfanjiyogenezde değişiklikler gibi farklı mekanizmaların da sürece katıldığı belirtilmektedir (4).

Lokal enfeksiyon ve inflamasyon hastalığın patogenezinde özellikle önemlidir. Periodontitis, periapikal patolojiler, dental apseler ve peri-implant enfeksiyonlar MRONJ gelişen hastalarda sık görülmektedir (1-4). Bu nedenle diş çekiminin tek başına temel neden olarak değerlendirilmesi fazla basitleştirici olabilir. Bazı hastalarda çekimden önce zaten aktif enfeksiyon ve kemik inflamasyonu bulunmakta, çekim ise mevcut patolojik süreci klinik olarak görünür hale getirmektedir.

Oral mikrobiyota ile çene kemiği arasındaki yakın ilişki çene kemiklerini diğer iskelet bölgelerinden ayıran bir başka unsurdur. Alveoler kemik ince mukoperiostal bariyerle oral kaviteden ayrılmakta ve periodontal hastalık, dental enfeksiyon, protez travması veya cerrahi işlemle bu bariyer kolaylıkla bozulabilmektedir (3,7). Özellikle periodontal cep veya çekim soketi gibi alanlardan mikroorganizmaların kemiğe erişimi kronik inflamasyonu sürdürebilir.

Çene kemiklerinin metabolik aktivitesi de önemlidir. Kore uzman görüş bildirilerinde alveoler kemiğin uzun kemiklere göre daha yüksek turnover gösterebildiğini ve mastikatuvar kuvvetler nedeniyle sürekli mikrohasara maruz kaldığını vurgulamaktadır (3). Antiresorptif ilaçların bu yüksek turnover gösteren bölgelerde etkisinin daha belirgin olabileceği düşünülmektedir. İnce oral mukozanın tekrarlayan travmaya açık olması da lokal savunmayı azaltabilir.

Anjiyogenez bozukluğu MRONJ patogenezinde uzun süredir tartışılan bir diğer mekanizmadır. Anti-anjiyojenik ilaçların doğrudan vasküler etkileri bu hipotezi desteklemekle birlikte, antiresorptiflerin yalnızca damar oluşumunu baskılayarak hastalık oluşturduğu yönündeki yaklaşım yeterli değildir. Lee ve ark. kemik rezorpsiyonu ile anjiyogenez arasında karşılıklı bir biyolojik ilişki bulunduğunu ve kemik matriksinde depolanmış vasküler büyüme faktörlerinin salınımının azalmasının anjiyogenezi etkileyebileceğini öne sürmektedir (7). Bu model biyolojik olarak anlamlı olsa da halen patogenezi açıklamaya yönelik hipotezlerden biri olarak değerlendirilmelidir.

İmmün sistem değişiklikleri de önem kazanmaktadır. Makrofaj fonksiyonu, T-hücre yanıtı ve lokal inflamasyonun çözülmesindeki bozukluklar nekrotik dokunun kronikleşmesine katkıda bulunabilir (3,7). Kemoterapi, kortikosteroid ve diğer immünomodülatörlerin eş zamanlı kullanımı da lokal savunma mekanizmalarını zayıflatabilir.

Yumuşak doku toksisitesi özellikle bisfosfonatlar için öne sürülen bir diğer mekanizmadır. Oral keratinosit ve fibroblast fonksiyonlarının etkilenmesi mukozal kapanmayı geciktirebilir ve kemiğin oral ortamla temas süresini uzatabilir (4). Bununla birlikte bu mekanizmanın klinik MRONJ üzerindeki bağımsız etkisinin düzeyi kesin değildir.

Anatomik dağılım da patogenez hakkında ipucu sunmaktadır. AAOMS, MRONJ'nin yaklaşık %75 oranında mandibulada, %25 oranında maksillada görüldüğünü ve küçük bir hasta grubunda her iki çenenin birlikte etkilenebildiğini bildirmektedir (1). Mandibulanın daha yoğun kortikal yapısı, vasküler özellikleri ve mekanik yüklenmesi olası açıklamalar arasında yer alsa da tek bir faktörle kesin nedensellik kurulmamıştır.

Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde güncel patogenez modeli, sistemik ilaç maruziyetinin kemik onarım kapasitesini azalttığı; lokal enfeksiyon, inflamasyon veya travmanın süreci başlattığı ve bozulmuş remodeling, kronik inflamasyon, vasküler değişiklikler ve yumuşak doku iyileşme yetersizliğinin birbirini sürdüren bir döngü oluşturduğu yönündedir (3,4,7,10).

5. Risk Faktörleri

MRONJ risk faktörleri ilaçla ilişkili, sistemik ve lokal faktörler şeklinde değerlendirilebilir. Bu değişkenler genellikle birbirinden bağımsız değildir ve gerçek risk çoğu hastada birden fazla faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkar (1-3).

İlaçla ilişkili risk faktörlerinin başında doz yoğunluğu ve tedavi endikasyonu gelir. Malignite nedeniyle yüksek doz intravenöz bisfosfonat veya aylık yüksek doz denosumab alan hastaların riski, osteoporoz nedeniyle düşük doz antiresorptif kullanan hastalardan belirgin biçimde yüksektir (1,3,6). Bu nedenle

“intravenöz” veya “oral” kullanım biçimi tek başına risk sınıflandırması için yeterli değildir.

Tedavi süresi ve kümülatif maruziyet de önemlidir. Özellikle uzun süreli bisfosfonat veya denosumab kullanımında riskin giderek artabileceği bildirilmektedir (1,3). Bununla birlikte geçmişte önerilen sabit üç veya dört yıllık eşiklerin tüm hastalara uygulanması doğru değildir. Potentlik, doz sıklığı ve eş zamanlı tedaviler toplam maruziyetin klinik etkisini değiştirir.

Sistemik faktörler arasında malignite, multipl miyelom, kronik böbrek hastalığı, romatoid artrit, diyabet ve anemi gibi durumlar bildirilmiştir (1,3). Ancak bu ilişkilerin kanıt gücü eşit değildir. AAOMS, diyabet, anemi, yaş, cinsiyet ve tütün kullanımına ilişkin çalışmaların birbiriyle tam uyumlu olmadığını belirtmektedir (1). Buna karşılık kortikosteroid kullanımı antiresorptiflerle birlikte olduğunda daha tutarlı bir risk artırıcı olarak değerlendirilmektedir.

Lokal dental enfeksiyonlar klinik açıdan en önemli değiştirilebilir risk faktörleri arasındadır. Periodontitis, periapikal inflamasyon ve dental apseler MRONJ gelişimiyle ilişkilendirilmiştir (1-4). Bu durum koruyucu dental tedavinin neden yalnızca cerrahi işlemleri azaltmaya değil, aktif enfeksiyonu ortadan kaldırmaya odaklanması gerektiğini açıklamaktadır.

Diş çekimi MRONJ’den önce en sık bildirilen dentoalveoler işlemdir. Kore 2025 uzman görüş bildirileri, çekimin olguların %61’ine kadarında tetikleyici olay olarak bildirildiğini belirtmektedir (3). Bununla birlikte çekimin kendisi ile çekime neden olan periodontal veya periapikal enfeksiyonun etkilerini birbirinden tamamen ayırmak zordur. Bu nedenle gerekli çekimden yalnızca MRONJ korkusuyla kaçınmak, kronik enfeksiyonu ağızda bırakmak anlamına gelebilir ve her zaman koruyucu değildir.

Dental implantlar için risk de hasta grubuna göre değişmektedir. Yüksek doz onkolojik antiresorptif kullanan hastalarda elektif implant cerrahisine genellikle daha ihtiyatlı yaklaşılır (1-3). Osteoporoz nedeniyle düşük doz tedavi alan hastalarda implant uygulaması mutlak kontrendikasyon değildir; ancak MRONJ ile erken veya geç implant başarısızlığı olasılığı hastayla tartışılmalı ve uzun dönem takip yapılmalıdır.

Lokal anatomik faktörler arasında mandibular veya palatal toruslar ve belirgin mylohyoid ridge gibi ince mukoza ile kaplı kemik çıkıntıları sayılmaktadır (1,3). Uyumsuz protezlerin oluşturduğu kronik mukozal travma da özellikle yüksek riskli hastalarda önlenebilir bir faktördür.

Sonuç olarak risk değerlendirmesi yalnızca “hasta bisfosfonat kullanıyor mu?” sorusuna indirgenmemelidir. Kullanılan ilacın potentliği, doz sıklığı, tedavi endikasyonu, toplam maruziyet, eşlik eden sistemik hastalıklar ve lokal dental enfeksiyonlar birlikte ele alınmalıdır (1-3,5,9).

6. Klinik Bulgular, Tanı ve Evreleme

MRONJ'nin klasik klinik görünümü ekspoze nekrotik kemiktir. Bununla birlikte hastalık ekspozyasyon olmaksızın da semptom verebilir. Açıklanamayan çene ağrısı, iyileşmeyen çekim soketi, fistül, şişlik, pürülan akıntı, diş veya implant mobilitesi ve nörosensöryel değişiklikler olası klinik bulgulardır (1-3).

İleri hastalıkta nekrotik kemik alveoler bölgenin dışına yayılabilir. Mandibulada inferior sınır veya ramusa, maksillada maksiller sinüs veya zigomatik bölgeye uzanan tutulum görülebilir. Ekstraoral fistül, patolojik kırık ve oroantral veya oronazal iletişim ileri evre belirtileridir (1).

Tanıda ilk basamak ayrıntılı ilaç anamnezidir. Hastanın kullandığı antiresorptif veya anti-anjiyojenik ajanın adı, doz rejimi, kullanım süresi, tedavi endikasyonu ve daha önce kullandığı ilaçlar kaydedilmelidir. Çenelere radyoterapi öyküsü ve malignite varlığı mutlaka sorgulanmalıdır (1-3).

MRONJ tanısı histopatolojik biyopsiye rutin olarak dayanmaz. Biyopsi özellikle metastaz, primer malignite veya farklı kemik hastalığından şüphelenilen olgularda önemlidir (2,3). Gereksiz biyopsi yeni kemik travması oluşturabileceği için tipik MRONJ olgularında yalnızca tanıyı doğrulamak amacıyla rutin yapılması önerilmez.

Ayırıcı tanıda osteoradyonekroz, kronik osteomyelit, periodontal ve periapikal enfeksiyonlar, alveoler osteitis, sinüzit, fibro-osseöz lezyonlar, nöropatik ağrı ve malignite düşünülmelidir (1-3). Özellikle kemik ekspozyasyonu olmadan yalnızca ağrı veya skleroz bulunan hastalarda ayırıcı tanı önem kazanır.

AAOMS evreleme sistemi klinik uygulamada en sık kullanılan sistemlerden biridir. "Risk altındaki" hasta kategorisinde nekrotik kemik bulunmaz, ancak hasta antiresorptif tedavi öyküsüne sahiptir. Evre 0'da ekspoze kemik yoktur; buna karşılık odontojenik nedenle açıklanamayan ağrı, duyu değişikliği, diş mobilitesi veya osteoskleroz gibi nonspesifik bulgular bulunabilir (1).

Evre 1'de ekspoze nekrotik kemik veya kemiğe ulaşan fistül bulunmasına karşın hasta asemptomatiktir ve aktif enfeksiyon/inflamasyon bulgusu yoktur. Evre 2'de benzer kemik bulgularına ağrı ve enfeksiyon eşlik eder. Evre 3'te ise hastalık alveoler kemiğin ötesine uzanır ve patolojik kırık, ekstraoral fistül, oroantral/oronazal iletişim veya mandibula inferior sınırı/maksiller sinüs tabanına ulaşan osteoliz gibi komplikasyonlar görülür (1).

Evre 0 kavramı önemli olmakla birlikte düşük özgüllüğü nedeniyle tartışmalıdır. Bu kategorideki ağrı ve radyolojik değişikliklerin bir kısmı farklı odontojenik veya nonodontojenik hastalıklarda da görülebilir. Buna rağmen AAOMS, non-ekspoze hastalık formunu tamamen gözden kaçırmamak amacıyla Evre 0 kategorisini korumaktadır (1).

SIPMO-SICMF evreleme sistemi farklı bir yaklaşım benimser. Burada hastalığın anatomik yaygınlığı CT bulgularıyla değerlendirilir. Fokal hastalıkta değişiklikler temel olarak alveoler prosesle sınırlıyken, diffüz hastalıkta tutulum bazal kemiğe uzanır. Komplike hastalıkta ise patolojik kırık, fistül veya komşu anatomik yapılara uzanım gibi ileri bulgular görülür (2).

Bu iki sistem birbirinin doğrudan karşılığı değildir. AAOMS klinik ekspozisyon, enfeksiyon ve komplikasyonlara ağırlık verirken, SIPMO-SICMF üç boyutlu radyolojik yaygınlığı daha güçlü biçimde kullanır (1,2). Bu nedenle bilimsel yayınlarda veya hasta kayıtlarında yalnızca “Evre 2” ifadesi kullanılmamalı; hangi sınıflama sistemine göre evrelendirildiği belirtilmelidir.

7. Görüntüleme ve Laboratuvar Değerlendirmesi

Görüntüleme MRONJ tanısının ve tedavi planlamasının önemli tamamlayıcılarından biridir. Bununla birlikte hiçbir radyolojik bulgu MRONJ için tek başına patognomonik değildir (3,11). Kullanılacak yöntem hastanın semptomları, lezyonun yaygınlığı ve planlanan tedaviye göre seçilmelidir.

Periapikal radyografiler lokal kemik ve dental patolojilerin değerlendirilmesinde yüksek çözünürlük sağlar. Panoramik radyografi ise her iki çeneyi tek görüntüde değerlendirme ve geniş osteolitik veya sklerotik alanları gösterme avantajına sahiptir. Bununla birlikte iki boyutlu görüntüleme medüller değişiklikleri, kortikal perforasyonu ve gerçek lezyon sınırlarını olduğundan daha az gösterebilir.

CBCT özellikle dental ve maksillofasiyal uygulamada önemli bir araçtır. Osteoskleroz, osteoliz, sekestrasyon, kortikal perforasyon ve periostal reaksiyonun üç boyutlu değerlendirilmesini sağlar (2,3,11). Cerrahi planlama yapılacak hastalarda lezyonun gerçek anatomik yaygınlığını belirlemek için iki boyutlu görüntülemeye göre daha yararlıdır.

Multidetektör CT, kemik değişikliklerinin yanı sıra çevre yumuşak dokular ve maksiller sinüs gibi komşu yapıların değerlendirilmesine olanak sağlar. MRI ise kemik iliği ve yumuşak doku değişikliklerinin gösterilmesinde avantajlıdır. T1 sinyal azalması ve T2 sinyal artışı inflamasyon veya kemik iliği ödemiyle ilişkili olabilir (3,11).

MASCC/ISOO 2025 klinik uygulama bildirisinde, literatürde MRONJ saptama duyarlılığının CT için %96 ve MRI için %92, panoramik radyografi için ise %54 olarak bildirildiği belirtilmiştir (11). Bu oranlar her klinik senaryoda geçerli sabit performans değerleri olarak değil, kesitsel görüntülemenin hastalığın yaygınlığını göstermedeki avantajını yansıtan literatür verileri olarak yorumlanmalıdır.

Kemik sintigrafisi ve SPECT/CT gibi nükleer tıp yöntemleri artmış kemik aktivitesini gösterebilir. Bununla birlikte bulgular özgül değildir ve inflamasyon,

malignite veya diğer kemik patolojilerinde de pozitif olabilir. Bu nedenle standart primer tanı yöntemi olarak kullanılmamaktadır (11).

Laboratuvar değerlendirmesinde de benzer bir sınırlılık bulunmaktadır. MRONJ gelişimini bireysel hasta düzeyinde öngörebilen güvenilir bir serum belirteci mevcut değildir. Özellikle serum CTX değerlerinin çekim öncesi güvenli/tehlikeli eşik belirlemek amacıyla kullanılması yeterli kanıtla desteklenmemektedir (1,3,11).

Dolayısıyla yalnızca CTX değerine dayanarak cerrahi işlemin ertelenmesi veya antiresorptif tedavinin kesilmesi uygun değildir. Laboratuvar testleri daha çok hastanın genel sistemik durumu, enfeksiyon varlığı, hematolojik durumu ve kanama riski doğrultusunda planlanmalıdır (11).

8. Korunma ve Dental Hastanın Yönetimi

MRONJ yönetiminde en etkili strateji hastalık geliştikten sonra tedavi etmekten çok riskin mümkün olduğunca azaltılmasıdır (1-3,12-14). Özellikle yüksek doz onkolojik antiresorptif tedavi başlanacak hastalarda tedavi öncesi dental değerlendirme büyük önem taşır.

Tedavi öncesinde aktif periodontal ve periapikal enfeksiyonlar, dental apseler, prognozu kötü dişler, peri-implant hastalıklar ve travmatik protezler değerlendirilmelidir (1-3). Restorasyonu mümkün olmayan veya yakın gelecekte çekim gerektirme olasılığı yüksek dişlerin sistemik tedavi başlamadan önce yönetilmesi, daha sonra yüksek risk döneminde invaziv cerrahi ihtiyacını azaltabilir.

Bununla birlikte dental tedavi nedeniyle gerekli onkolojik tedavinin gereksiz yere geciktirilmemesi gerekir. Dental ve medikal öncelikler multidisipliner olarak belirlenmelidir. Özellikle maligniteye bağlı hiperkalsemi veya hızla ilerleyen metastatik hastalık gibi durumlarda sistemik tedavinin ertelenmesinin yaratacağı risk dental faydadan daha yüksek olabilir (1,2).

Antiresorptif tedavi başladıktan sonra düzenli dental takip devam etmelidir. İyi plak kontrolü, periodontal tedavi ve erken restoratif/endodontik müdahale, ileri enfeksiyon ve çekim gereksinimini azaltabilir (1-3). Bu nedenle “antiresorptif kullanıyor, hiçbir işlem yapılmamalı” yaklaşımı doğru değildir.

Kurtarılabilir dişlerde endodontik veya periodontal tedavi diş çekimine alternatif olabilir. Ancak kronik enfeksiyonu devam eden ve restorasyonu mümkün olmayan bir dişi yalnızca çekimden kaçınmak amacıyla ağızda tutmak da doğru değildir. Aktif enfeksiyonun kendisi MRONJ için risk faktörüdür (1-4).

Çekim kaçınılmaz olduğunda cerrahi travmanın azaltılması önemlidir. Dikkatli ve mümkün olduğunca atravmatik ekstraksiyon, keskin kemik çıkıntılarının düzeltilmesi ve stabil yumuşak doku örtüsünün sağlanması sık

önerilen yaklaşımlardır (1,2). Bununla birlikte “primer kapatma yapılırsa MRONJ kesin önlenir” gibi bir sonuç mevcut kanıtlarla desteklenmemektedir.

Ribeiro ve ark. 2025 yılındaki network meta-analizinde yalnızca randomize klinik çalışmalar değerlendirilmiş; primer kapatma, sekonder iyileşme, epiperiosteal flep, rejeneratif yöntemler ve ozon uygulaması karşılaştırılmıştır. Herhangi bir yöntemin primer kapatmaya karşı kesin üstünlüğü gösterilememiştir (12).

Antibiyotikler ve antiseptik gargaralar da birçok koruyucu protokolde yer almaktadır. Ancak optimal antibiyotik ajanı, kullanım süresi ve başlanma zamanı konusunda yüksek düzeyli kanıt bulunmamaktadır (2,14). Bu nedenle özellikle antibiyotik profilaksisinin hastanın enfeksiyon durumu, cerrahinin kapsamı ve sistemik riskine göre değerlendirilmesi gerekir.

PRF son yıllarda koruyucu amaçla en fazla araştırılan biyolojik adjuvanlardan biridir. Sampaio ve ark. 2026 yılındaki meta-analizinde PRF kullanımı çekim tek başına uygulanan hastalara göre daha düşük MRONJ gelişme riskiyle ilişkilendirilmiş ve postoperatif iyileşme açısından da olumlu sonuç bildirilmiştir. Ancak her iki sonuç için GRADE kanıt kesinliği çok düşük olarak değerlendirilmiştir (13).

Dolayısıyla PRF umut verici bir yardımcı yöntem olmakla birlikte rutin ve zorunlu standart olarak sunulmamalıdır. Korunmanın temel unsurları halen tedavi öncesi dental optimizasyon, oral hijyen, enfeksiyon kontrolü, uygun cerrahi teknik ve uzun dönem takiptir (1-3,12-14).

Hasta eğitimi de korunmanın ayrılmaz parçasıdır. Hastalara kullandıkları ilacı diş hekimine bildirmeleri, yeni ağrı, şişlik, iyileşmeyen yara, fistül veya kemik ekspozasyonu geliştiğinde erken başvurmaları gerektiği anlatılmalıdır. Özellikle osteoporoz hastalarında düşük mutlak MRONJ riski doğru biçimde aktarılmalı ve hastanın MRONJ korkusuyla gerekli antiresorptif tedaviyi kendi kendine bırakmasının önüne geçilmelidir.

9. Drug Holiday ve Perioperatif İlaç Yönetimi

İnvaziv dental girişim öncesinde antiresorptif tedavinin geçici olarak kesilmesi, yani drug holiday, MRONJ literatüründeki en tartışmalı konulardan biridir (1-3,15). Teorik olarak ilaç etkisinin azaltılması cerrahi iyileşmeyi destekleyebilir; ancak tedavinin kesilmesi kırık veya maligniteye bağlı iskelet komplikasyonu gibi sistemik riskleri artırabilir.

AAOMS 2022 çalışma grubu bu konuda ortak bir görüşe ulaşamamış ve bütün hastalar için geçerli sabit bir drug holiday protokolü önermemiştir (1). Bu durum kanıt yetersizliğinin yanı sıra bisfosfonatlar ve denosumab arasındaki önemli farmakokinetik farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Bisfosfonatlar kemiğe bağlanarak uzun süre dokuda kalır. Bu nedenle birkaç hafta veya birkaç aylık kesinti geçmiş yıllarda kemikte birikmiş ilaç yükünü ortadan kaldırmaz. Kısa süreli ilaç kesintisinin biyolojik olarak ne ölçüde faydalı olduğu bu nedenle belirsizdir.

Ruksakiet ve ark. 2025 yılındaki sistematik derleme ve network meta-analizinde altı çalışma ve 717 hasta değerlendirilmiştir. Oral bisfosfonat tedavisinin devamı ile kesilmesi arasında MRONJ riski açısından anlamlı fark gösterilememiştir. Benzer biçimde intravenöz bisfosfonat ve denosumabın geçici kesilmesinin tedavinin sürdürülmesine göre belirgin risk azalması sağladığı gösterilememiştir (15).

Denosumab farklı bir klinik problem oluşturur. İlaç kemik matriksine bağlanmadığı için antiresorptif etkisi doz aralığı içerisinde zamanla azalır. Bu durum cerrahinin uygun zamanlamasına olanak sağlayabilir. Ancak tedavinin aşırı geciktirilmesi rebound kemik turnover ve vertebral kırık riskine neden olabilir (1,3).

AAOMS ve Kore 2025 kılavuzlarında, osteoporoz nedeniyle denosumab kullanan ve tedaviye geçici ara verilmesine karar verilen hastalarda cerrahinin son enjeksiyondan yaklaşık 3-4 ay sonra planlanması ve sonraki dozun yaklaşık 6-8 haftalık iyileşme döneminden sonra verilmesi yaklaşımı tartışılmaktadır (1,3). SIPMO-SICMF ise kendi farmakolojik değerlendirmesine göre farklı bir zamanlama protokolü önermektedir (2).

Bu farklılıklar tek bir evrensel yaklaşım bulunmadığını göstermektedir. Özellikle onkolojik yüksek doz tedavilerde sistemik tedavinin dental işlem amacıyla kesilmesi ciddi sonuçlara yol açabileceğinden karar mutlaka ilgili onkolog veya sistemik tedaviyi yöneten hekimle birlikte verilmelidir (1-3). Sonuç olarak drug holiday, MRONJ'yi önlediği kanıtlanmış standart bir uygulama değil; seçilmiş hastalarda ilaç tipi, tedavi endikasyonu ve sistemik risk dikkate alınarak multidisipliner biçimde değerlendirilebilecek bir stratejidir (1-3,15).

10. Konservatif ve Medikal Tedavi

Konservatif tedavinin temel hedefleri ağrı ve enfeksiyonun kontrol altına alınması, oral hijyenin sürdürülmesi, nekrotik alanın kontaminasyonunun azaltılması ve hastalık progresyonunun önlenmesidir (1-3). Cerrahiye uygun olmayan veya erken ve stabil hastalığı bulunan hastalarda uzun süreli hastalık kontrolü sağlayabilir.

AAOMS Evre 1 hastalarda klorheksidinle yara bakımı ve oral hijyenin iyileştirilmesini önermektedir. Hastalık progresyon göstermiyor ve yaşam kalitesi korunuyorsa cerrahi gerekmebilir. Evre 2 hastalarda ise lokal bakımın yanı sıra semptomatik enfeksiyonun kontrolü için sistemik antibiyotik gerekebilir (1).

SIPMO-SICMF de nonoperatif tedavinin antiseptik ağız gargaraları, sistemik antimikrobiyaller, analjezikler ve çevre mukozayı travmatize eden keskin kemik çıkıntılarının düzeltilmesi gibi bileşenlerden oluştuğunu belirtmektedir (2). Bununla birlikte antibiyotik kullanımı konusunda mevcut kanıtın çoğunlukla ampirik olduğunu vurgulamaktadır. Bedogni

Antibiyotiklerin amacı nekrotik kemiği ortadan kaldırmak değil, sekonder bakteriyel enfeksiyon ve buna bağlı ağrı, şişlik ve pürülan drenajı kontrol etmektir. Bu nedenle yalnızca ekspozite kemik varlığı uzun süreli sistemik antibiyotik için yeterli endikasyon değildir.

SIPMO-SICMF kendi ampirik protokolünde penicillin temelli ajanları ve anaerobik kapsama gerektiğinde metronidazol kombinasyonunu sık kullanılan seçenekler arasında değerlendirmekte ve genellikle 7-14 günlük tedavi aralığı önermektedir (2). Bununla birlikte bu yaklaşım bütün hastalara uygulanacak tek standart olarak değerlendirilmemelidir.

Sekestrasyon konservatif tedavide önemli bir klinik süreçtir. Nekrotik kemik zamanla vital kemikten ayrışabilir ve mobil sekestr haline gelebilir. Bu durumda sınırlı sekestrektomi geniş rezeksiyona kıyasla daha düşük morbiditeyle hastalık odağını uzaklaştırabilir (1). Özellikle ciddi sistemik hastalığı nedeniyle büyük cerrahiye uygun olmayan hastalarda bu yaklaşım yararlı olabilir.

Pentoksifilin ve tokoferol kombinasyonu, teriparatid, fotobiyomodülasyon ve fotodinamik tedavi gibi yöntemler son yıllarda medikal tedavi seçenekleri arasında araştırılmaktadır (10). Abdolrahmani ve ark. derlemesinde bu yöntemlerle bazı çalışmalarda ağrı azalması, mukozal iyileşme ve radyolojik kemik oluşumu bildirilmiştir (10).

Ancak bu yöntemlerin önemli bölümünde kanıt küçük olgu serileri veya heterojen çalışmalarla sınırlıdır. Cochrane değerlendirmesinde MRONJ tedavisindeki birçok adjuvan yaklaşım için kanıt kesinliği düşük veya çok düşük bulunmuştur (14). Dolayısıyla bu seçenekler standart antiseptik, enfeksiyon kontrolü ve gerekli cerrahi tedavinin yerine geçirilmemelidir.

Konservatif tedavi altında hastalık ilerliyorsa, ağrı kontrol edilemiyorsa veya enfeksiyon tekrarlıyorsa cerrahi müdahale gereksiz yere geciktirilmemelidir. Seluki ve ark. sistematik derlemesinde özellikle ileri evrelerde cerrahi tedavinin konservatif yöntemlere göre daha başarılı sonuçlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (8).

11. Güncel Cerrahi Tedavi Yaklaşımları

MRONJ tedavisinde cerrahinin yeri son yıllarda önemli ölçüde değişmiştir. Geçmişte cerrahi çoğunlukla ileri evre ve konservatif tedaviye dirençli hastalara ayrılırken, güncel kılavuzlar uygun seçilmiş hastalarda daha erken cerrahi tedavinin değerlendirilebileceğini kabul etmektedir (1-3,8,16).

AAOMS operatif ve nonoperatif tedavinin hastalık evresinden bağımsız olarak hasta özelliklerine göre değerlendirilebileceğini vurgulamaktadır (1). Bu yaklaşımın temelinde MRONJ'nin bazı hastalarda uzun süre stabil kalırken bazılarında progresif seyretmesi ve uzun konservatif takip sırasında daha geniş kemik kaybı gelişebilmesi yer almaktadır.

Cerrahi tedavinin amacı nekrotik ve iyileşme potansiyeli bulunmayan kemiği uzaklaştırmak, enfeksiyöz yükü azaltmak ve mümkün olduğunca canlı kemik sınırında stabil mukozal kapanma sağlamaktır. Cerrahinin genişliği hastalığın anatomik yaygınlığına göre değişmelidir.

Sınırlı ve tamamen ayrılmış sekestrlarda sekestrektomi uygun olabilir. Nekrotik doku çevredeki vital kemikten belirgin şekilde ayrılmışsa düşük morbiditeyle çıkarılabilir. Daha diffüz ancak mandibular kontinuitenin korunabildiği hastalarda marginal rezeksiyon düşünülebilir.

Segmental mandibular rezeksiyon daha ileri hastalıkta uygulanır. Patolojik kırık, inferior mandibular sınıra uzanan osteoliz, diffüz nekroz veya daha sınırlı cerrahiye rağmen persistan hastalık bu yaklaşımı gerektirebilir (1,2). Maksillada hastalık yaygınlığına göre alveoler rezeksiyondan parsiyel maksillektomiye kadar değişen işlemler uygulanabilir.

SIPMO-SICMF cerrahi algoritmasının önemli özelliği, cerrahi kapsamı yalnızca evreye değil ilaç doz yoğunluğuna göre de farklılaştırmasıdır. Fokal hastalıkta düşük doz antiresorptif kullanan hastalarda küretaj veya sekestrektomi yeterli olabilirken, yüksek doz bisfosfonat kullanan bazı Evre 1 hastalarda marginal rezeksiyon önerilebilmektedir. Diffüz veya komplike hastalıkta ise daha geniş rezeksiyonlar gündeme gelir (2). Bu durum cerrahi planlamada hastalık yaygınlığı kadar farmakolojik riskin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Cerrahi sınırların belirlenmesi MRONJ cerrahisinin önemli güçlüklerinden biridir. Makroskopik olarak renk, yapı ve kemik kanaması vitalite hakkında bilgi verir; ancak histolojik hastalığın gerçek sınırlarını her zaman kesin olarak göstermez. Bu nedenle preoperatif CT veya CBCT değerlendirmesi cerrahi planlamada önemlidir (2,11).

Cerrahi sınır tayinini geliştirmek amacıyla floresans rehberli yöntemler araştırılmaktadır. Autofloresans, tetrasiklin indüklü floresans ve indosiyanın yeşili tabanlı yakın kızılötesi görüntüleme bu yöntemlere örnektir (18).

De Angelis ve ark. 2026 yılındaki sistematik derleme ve meta-analizinde dokuz çalışma, 285 hasta ve 314 MRONJ lezyonu değerlendirilmiş; floresans rehberli cerrahi sonrasında genel iyileşme oranı yaklaşık %88,5 olarak bildirilmiştir (18). Bununla birlikte çalışmaların heterojenliği ve düşük kanıt kesinliği nedeniyle bu oran floresans cerrahisinin konvansiyonel cerrahiden kesin üstün olduğunu göstermez.

Yumuşak doku yönetimi de cerrahi başarının önemli bileşenidir. Nekrotik kemik uzaklaştırıldıktan sonra mümkün olduğunca stabil, iyi vaskülarize ve gerilimsiz mukozal örtü sağlanması hedeflenir (1,2). Ancak spesifik bir flep tasarımının veya primer kapatma yönteminin diğerlerine kesin üstünlüğü gösterilmiş değildir (12,14).

Cerrahi tedavinin genel başarısına ilişkin güncel veriler giderek artmaktadır. Seluki ve ark. sistematik derlemesinde cerrahinin özellikle ileri hastalık evrelerinde konservatif tedaviye göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (8). Wei ve ark. 2025 prognostik faktör meta-analizi de cerrahi tedavinin daha yüksek iyileşme olasılığıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (16).

Daha büyük ölçekli güncel veriler hasta özelliklerinin cerrahi prognozu üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Kim ve ark. 2026 tarihli 531 hastalık çok merkezli retrospektif kohortunda postoperatif iyileşmeme oranı %18,5 olarak bildirilmiştir. Yüksek doz antiresorptif kullanımı ve birden fazla MRONJ odağının bulunması bağımsız olarak daha yüksek iyileşmeme riskiyle ilişkili bulunmuştur (17).

Bu bulgu cerrahi başarının yalnızca uygulanan operasyonun genişliğiyle açıklanamayacağını göstermektedir. Sistemik farmakolojik yük, hastalığın multifokal olması ve hastanın genel durumu sonucu belirgin biçimde etkileyebilir.

İleri mandibular olgularda segmental rezeksiyon sonrası rekonstrüksiyon gereksinimi ortaya çıkabilir. Vaskülarize fibula, iliak krest veya skapular serbest flepler bu amaçla kullanılabilir. Kostares ve ark. 2025 yılındaki meta-analizinde fibula serbest flebi en sık kullanılan yöntem olarak bildirilmiş ve havuzlanmış total flep kaybı oranı %0,1 olarak hesaplanmıştır (19). Bununla birlikte çalışmaların gözlemsel yapısı ve seçilmiş hasta popülasyonları nedeniyle sonuçların bütün ileri MRONJ hastalarına genellenmemesi gerekir.

Güncel cerrahi yaklaşımın temel mesajı, her hastaya en küçük cerrahiyi yapmak değil; hastalık yükünü yeterli biçimde ortadan kaldırırken gereksiz morbiditeden kaçınmaktır. Hastalık yaygınlığı, ilaç profili, hasta sistemik durumu ve beklenen fonksiyonel sonuç birlikte değerlendirilmelidir.

12. Adjuvan ve Rejeneratif Tedaviler

MRONJ’de standart medikal ve cerrahi tedavinin etkinliğini artırmak amacıyla çok sayıda adjuvan yöntem araştırılmaktadır. PRF, BMP, fotobiyomodülasyon, fotodinamik tedavi, hiperbarik oksijen, ozon ve floresans rehberliği bunların başlıcalarıdır (10,13,14,17,18,20).

PRF otolog fibrin matriksi içerisinde trombositler, lökositler ve çeşitli büyüme faktörleri barındırır. Bu özellikleri nedeniyle anjiyogenez, epitelizasyon ve yara

iyileşmesini destekleyebileceği düşünülmektedir (13). Hem MRONJ'nin önlenmesinde hem de cerrahi sonrası iyileşmede araştırılmıştır.

Koruyucu kullanımda güncel meta-analiz PRF lehine olumlu sonuçlar göstermiştir ancak kanıt kesinliği çok düşüktür (13). Dolayısıyla mevcut bulgular rutin kullanımı zorunlu kılacak düzeyde değildir.

BMP-2 osteoindüktif özellikleri nedeniyle cerrahi sonrası kemik rejenerasyonunu desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Kim ve ark. çok merkezli kohortunda intraoperatif BMP kullanımı daha düşük postoperatif iyileşmeme riskiyle ilişkili bulunmuştur (17). Bununla birlikte BMP uygulamasının randomize olmaması nedeniyle seçim yanlılığı olasılığı vardır ve sonuç nedensellik kanıtlamaz.

Fotobiyomodülasyon düşük enerjili ışık uygulamasıyla hücrel metabolizma, inflamasyon ve yara iyileşmesini modüle etmeyi amaçlamaktadır. Fotodinamik tedavi ise fotosensitize edici ajan ve ışık kombinasyonu aracılığıyla özellikle lokal antimikrobiyal etki oluşturmayı hedefler (10). Küçük çalışmalar ağrı ve yara iyileşmesi açısından olumlu sonuçlar bildirirse de standart dalga boyu, doz ve tedavi süresi belirlenmiş değildir.

Hiperbarik oksijen dokuların oksijenizasyonunu artırmak ve vasküler iyileşmeyi desteklemek amacıyla kullanılmıştır. MRONJ'de bazı olumlu çalışmalar bulunmakla birlikte, maliyet, erişilebilirlik ve kanıt düzeyi rutin kullanımı sınırlamaktadır (2,14).

Zhang ve ark. 2026 yılındaki meta-analizinde 19 çalışma, 1.064 MRONJ hastası ve 12 farklı girişim değerlendirilmiştir. BMP-2+L-PRF, hiperbarik oksijen ve YAG lazer+düşük düzey lazer tedavisi iyileşme açısından yüksek SUCRA sıralamalarında yer almıştır (20).

Ancak SUCRA bir tedavinin kesin klinik üstünlüğünü kanıtlamaz. Network meta-analizde farklı tedavilerin önemli kısmı doğrudan birbirleriyle karşılaştırılmamış olabilir ve çalışma kalitesi sonuçları etkileyebilir. Bu nedenle söz konusu sıralamalar “en iyi tedaviler” şeklinde yorumlanmamalıdır.

Adjuvan tedavilerin günümüzdeki en uygun yeri, standart enfeksiyon kontrolü ve cerrahinin yerine geçmekten çok, seçilmiş hastalarda iyileşmeyi destekleyici rol üstlenmeleridir (10,14,20).

13. Prognoz, Takip ve Güncel Tartışmalar

MRONJ'nin prognozu hastalar arasında önemli farklılık gösterir. Bazı erken olgular konservatif tedaviyle veya spontan sekestrasyon sonrasında tamamen iyileşebilirken, bazı hastalarda persistan ekspozisyon, tekrarlayan enfeksiyon veya cerrahi sonrası rekürrens görülebilir (1,2,16).

Wei ve ark. 2025 yılındaki sistematik derleme ve meta-analizinde 33 çalışma değerlendirilmiş ve çeşitli prognostik faktörler tanımlanmıştır. Malignite, özellikle multipl miyelom, ileri hastalık evresi ve periostal reaksiyon daha kötü tedavi sonuçlarıyla ilişkili bulunmuştur. Buna karşılık maksiller lokalizasyon ve belirgin sekestr oluşumu daha iyi iyileşme olasılığıyla ilişkilendirilmiştir (16).

Aynı çalışma cerrahi tedavinin daha yüksek iyileşme olasılığıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (16). Bununla birlikte bu sonuçların çoğu retrospektif ve gözlemsel çalışmalardan geldiği için hasta seçimi etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

Postoperatif iyileşmenin değerlendirilmesinde yalnızca mukozal kapanmaya bakılması yeterli değildir. Kim ve ark. çalışmasında iyileşmeme, ek cerrahi gereksinimi veya tam mukozal kapanmanın sağlanamamasıyla birlikte persistan klinik/radyolojik hastalık bulunması şeklinde değerlendirilmiştir (17). Bu yaklaşım tedavi sonucunun hem klinik hem radyolojik olarak ele alınmasının önemini göstermektedir.

De Angelis ve ark. da klinik mukozal kapanmanın her zaman gerçek kemik iyileşmesini temsil etmeyebileceğini ve uygun olgularda üç boyutlu radyolojik takip ile desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (18).

Rekürrens kavramının da standardizasyonu önemlidir. SIPMO-SICMF'ye göre aynı anatomik bölgede tedaviden sonraki ilk 12 ay içinde yeniden osteonekroz gelişmesi rekürrens olarak değerlendirilirken, farklı bir bölgede veya daha geç gelişen lezyon yeni lokalizasyon olarak kabul edilmektedir (2,18).

Takip sıklığı hastanın risk profiline göre belirlenmelidir. Yüksek doz antiresorptif kullanan, multifokal hastalığı bulunan veya ileri cerrahi uygulanmış hastalarda daha yakın kontrol gerekebilir (17). Oral hijyen, periodontal ve periapikal enfeksiyon kontrolü tedavi sonrasında da devam etmelidir.

MRONJ'de halen çözülmemiş başlıca tartışmalar erken cerrahinin hangi hasta grubunda en uygun olduğu, drug holiday uygulamasının gerçek yararı, Evre 0'ın özgüllüğü, serum biyobelirteçlerinin rolü ve adjuvan tedavilerin standart tedaviye sağladığı ek katkıdır (1-3,11,15,20).

Gelecekte hastaları yalnızca evreye göre sınıflandırmak yerine ilaç dozu, kümülatif maruziyet, altta yatan hastalık, lezyonun üç boyutlu yaygınlığı ve bireysel iyileşme kapasitesini bir arada kullanan risk modellerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Bunun için standart tanı kriterleri, sonuç tanımları ve prospektif çok merkezli çalışmalar gereklidir.

14. Sonuç

MRONJ, yalnızca antiresorptif kullanımına bağlı kemik nekrozu şeklinde açıklanamayacak, çok faktörlü ve heterojen bir klinik durumdur. Kemik remodelingi baskılanması temel mekanizmalardan biri olmakla birlikte lokal

enfeksiyon, inflamasyon, vasküler değişiklikler ve yumuşak doku iyileşmesindeki bozukluklar hastalığın gelişimine katkıda bulunmaktadır (3,4,7).

Güncel yönetimde en önemli yaklaşım korunmadır. Tedavi öncesi dental optimizasyon, aktif enfeksiyonların kontrolü, düzenli oral takip ve gerekli dentoalveoler girişimlerin uygun teknikle yapılması MRONJ riskinin azaltılmasında temel öneme sahiptir (1-3,12).

Yerleşmiş hastalıkta konservatif ve cerrahi tedaviler birbirini dışlayan seçenekler değildir. Erken ve stabil hastalarda konservatif yaklaşım uygun olabilirken, progresif veya semptomatik hastalıkta cerrahinin gereksiz biçimde geciktirilmemesi gerekir (1,8,16). Cerrahi kapsam hastalığın anatomik yaygınlığı ve hastanın sistemik risk profiline göre bireyselleştirilmelidir.

Drug holiday, CTX gibi biyobelirteçler ve PRF, BMP, lazer veya hiperbarik oksijen gibi adjuvan yöntemlerin kullanımı konusunda kanıt düzeyi halen sınırlıdır (11,13-15,20). Bu nedenle klinik kararlar tek bir protokole değil, mevcut kanıtların sınırlarını dikkate alan multidisipliner risk-yarar değerlendirmesine dayanmalıdır.

Sonuç olarak MRONJ yönetiminin temelini doğru risk değerlendirmesi, korunma, erken tanı, uygun görüntüleme, enfeksiyon kontrolü, gerektiğinde yeterli cerrahi tedavi ve uzun dönem takip oluşturmaktadır. Hastanın sistemik tedavisinin yararını korurken çene osteonekrozu riskini en aza indiren bireyselleştirilmiş yaklaşım güncel klinik yönetimin temel hedefidir.

KAYNAKÇA

1. Ruggiero, S. L., Dodson, T. B., Aghaloo, T., Carlson, E. R., Ward, B. B., & Kademani, D. (2022). American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons' position paper on medication-related osteonecrosis of the jaws—2022 update. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 80(5), 920–943. doi:10.1016/j.joms.2022.02.008.
2. Bedogni, A., Mauceri, R., Fusco, V., Bertoldo, F., Bettini, G., Di Fede, O., Campisi, G. (2024). Italian position paper (SIPMO-SICMF) on medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ). *Oral Diseases*, 30, 3679–3709. doi:10.1111/odi.14887.
3. Kim, J.-W., Kong, S.-H., Kim, J.-Y., Kwak, M. K., Kim, J.-Y., Oh, J.-H., Kwon, T.-G. (2025). Medication-related osteonecrosis of the jaw: An evidence-based 2025 position statement from a Korean multidisciplinary task force. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 51(6), 333–353. doi:10.5125/jkaoms.2025.51.6.333.
4. Maciel, G. B. M., Maciel, R. M., Ferrazzo, K. L., & Danesi, C. C. (2024). Etiopathogenesis of medication-related osteonecrosis of the jaws: A review. *Journal of Molecular Medicine*, 102, 353–364. doi:10.1007/s00109-024-02425-9.
5. Jawad, N., Burns, M., & Patel, V. (2025). A literature review and update on medications related to osteonecrosis of the jaw independent of bisphosphonates and denosumab. *British Dental Journal*, 239(9), 613–619. doi:10.1038/s41415-025-8643-1.
6. Zhang, C., Shen, G., Li, H., Xin, Y., Shi, M., Zheng, Y., Zhao, J. (2024). Incidence rate of osteonecrosis of jaw after cancer treated with bisphosphonates and denosumab: A systematic review and meta-analysis. *Special Care in Dentistry*, 44, 530–541. doi:10.1111/scd.12877.
7. Lee, K., Kim, K., Kim, J. Y., Kim, J.-W., Kang, Y.-H., Kim, Y. H., & Kim, S.-J. (2025). Mechanisms underlying medication-related osteonecrosis of the jaw. *Oral Diseases*, 31, 1073–1083. doi:10.1111/odi.15198.
8. Seluki, R., Seluki, M., Vaitkeviciene, I., & Jagelaviciene, E. (2023). Comparison of the effectiveness of conservative and surgical treatment of medication-related osteonecrosis of the jaw: A systematic review. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 14(4), e1. doi:10.5037/jomr.2023.14401.
9. Kostares, E., Kostare, G., Kostares, M., Pitsigavdaki, F., Perisanidis, C., & Kantzanou, M. (2025). Prevalence of osteonecrosis of the jaw following tooth extraction in patients with osteoporosis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 14, 5988. doi: 10.3390/jcm14175988.
10. Abdolrahmani, A., Epstein, J. B., & Samim, F. (2024). Medication-related osteonecrosis of the jaw: Evolving research for multimodality medical

- management. *Supportive Care in Cancer*, 32, 212. doi:10.1007/s00520-024-08388-4.
11. Yarom, N., Abdalla-Aslan, R., Migliorati, C., Livshits, E., Rais, M. A., Park, W., ... Elad, S. (2025). MASCC/ISOO clinical practice statement: Imaging and clinical laboratory tests in the diagnosis and management of medication-related osteonecrosis of the jaw. *Supportive Care in Cancer*, 33, 852. doi:10.1007/s00520-025-09809-8.
 12. Ribeiro, L. N., Severino-Lazo, R., Cavalcanti do Egito Vasconcelos, B., Dantas de Moraes, S. L., & de Vasconcelos Carvalho, M. (2025). Preventive treatments for osteonecrosis of the jaw: A systematic review and network meta-analysis. *Oral Diseases*, 31, 3260–3271. doi:10.1111/odi.70015.
 13. Sampaio, P., Shazo, S., Vellone, V., & Barreto Silva, L. (2026). Platelet-rich fibrin for the prevention of medication-related osteonecrosis of the jaw after tooth extraction: A systematic review and meta-analysis. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 30, 114. doi:10.1007/s10006-026-01602-z.
 14. Beth-Tasdogan, N. H., Mayer, B., Hussein, H., Zolk, O., & Peter, J.-U. (2022). Interventions for managing medication-related osteonecrosis of the jaw. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7), CD012432. doi:10.1002/14651858.CD012432.pub3.
 15. Ruksakiet, K., Jarusriwanna, A., Sadaeng, W., Laoruengthana, A., Sang-Ngoen, T., & Dhippayom, T. (2025). Effects of discontinuing different antiresorptive regimens on medication-related osteonecrosis of the jaw in patients undergoing dental procedures: A systematic review and network meta-analysis. *EFORT Open Reviews*, 10, 258–266. doi:10.1530/EOR-2024-0133.
 16. Wei, L.-Y., Chiu, C.-M., Kok, S.-H., Lin, H.-Y., Chiu, W.-Y., Yang, C.-W., & Lee, J.-J. (2025). Prognostic indicators in medication-related osteonecrosis of the jaw: A systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis International*, 36, 969–979. doi:10.1007/s00198-025-07464-7.
 17. Kim, M.-J., Park, J.-H., Jo, H., Kim, J.-W., & Kim, J.-Y. (2026). Pharmacological and surgical predictors of postoperative healing in medication-related osteonecrosis of the jaw: A retrospective multicenter cohort study. *Bone*, 212, 118010. doi:10.1016/j.bone.2026.118010
 18. De Angelis, P., Tescione, A. D., Aniceto, I. M., Rupe, C., Gioco, G., Patini, R., & Lajolo, C. (2026). Is fluorescence-guided surgery reliable for the treatment of MRONJ? A systematic review and meta-analysis. *Oral Diseases*. Advance online publication. doi:10.1111/odi.70320.
 19. Kostares, E., Kostare, G., Kostares, M., Pitsigavdaki, F., Kyrgidis, A., Perisanidis, C., & Kantzanou, M. (2025). Prevalence of free flap failure in patients undergoing reconstruction for medication-related osteonecrosis of

- the jaw: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Practice*, 15, 151. doi:10.3390/clinpract15080151.
20. Zhang, N. W., Jiang, M., Zhang, C. J., Pan, Y. J., & Xu, R. B. (2026). The effectiveness of different treatment methods in the treatment and prevention of medication-related osteonecrosis of the jaw: A systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 54, 104467. doi:10.1016/j.jcms.2026.104467.

BÖLÜM 9

Guided Implant Surgery: Digital Planning and Clinical Execution

*Emre Can Çıralık¹
Şamil Esad Güven²
İsmail Burak Halat³*

¹ Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0007-2651-1000

² Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0006-5911-9446

³ Uzm. Dt. Arş. Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye, 0009-0008-9954-6623

1. Introduction: Rationale for Prosthetically Driven Guided Implant Surgery

The long-term success of implant therapy is determined not only by osseointegration or implant survival, but also by the three-dimensional position of the implant within the prosthetic, anatomical, and biological environment. Contemporary concepts of treatment success therefore extend beyond the implant itself and consider the implant–prosthetic complex, including the stability of peri-implant hard and soft tissues, prosthetic maintainability, and long-term mechanical performance. Prosthetically driven implant placement has consequently become a central principle of contemporary implant dentistry, as appropriate three-dimensional positioning facilitates favorable restorative design, retrievable screw-retained prostheses, adequate hygiene access, and more predictable esthetic and functional outcomes (D’Haese, Ackhurst, Wismeijer, De Bruyn, & Tahmaseb, 2017; Chackartchi, Romanos, Parkanyi, Schwarz, & Sculean, 2022).

This concept has progressively shifted implant treatment from a predominantly surgically driven approach toward a prosthetically driven workflow in which the desired restoration is incorporated into treatment planning before implant placement. Achieving this relationship with freehand surgery can be challenging because the clinician must mentally translate radiographic and prosthetic information into the operative field. These limitations become particularly relevant in flapless procedures, where the underlying ridge morphology cannot be directly visualized. The development of cone-beam computed tomography (CBCT), optical scanning, digital wax-ups, and implant-planning software has enabled the anatomical and prosthetic components of treatment to be integrated within a three-dimensional virtual environment (Chackartchi et al., 2022; Lin et al., 2020).

Computer-assisted implant surgery (CAIS) transfers a virtually defined implant position to the clinical setting through static, dynamic, or robotic guidance (Pimkhaokham et al., 2024).

However, positional accuracy should be regarded as a means rather than the ultimate endpoint of treatment. The clinical value of CAIS depends on whether more accurate transfer of the treatment plan contributes to safer surgery, protection of adjacent anatomical structures, prosthetically favorable implant positioning, reduced complications, maintainable peri-implant tissues, and acceptable patient-centered outcomes. Importantly, the literature has historically evaluated positional accuracy far more extensively than biological, prosthetic, patient-reported, and long-term clinical outcomes (Pimkhaokham et al., 2022; Pimkhaokham et al., 2024).

Guided implant surgery should therefore be understood as a digital-to-clinical workflow rather than simply the use of a surgical guide or navigation device. Its

reliability depends on the quality and integration of multiple sequential stages, including image acquisition, surface scanning, multimodal data registration, virtual implant planning, guide or navigation preparation, and intraoperative execution. Errors introduced at any of these stages may be transferred or accumulated throughout the workflow and ultimately influence the position of the placed implant (Chackartchi et al., 2022; Flügge et al., 2017). The principal stages of the digital-to-clinical workflow are summarized in Figure 1.

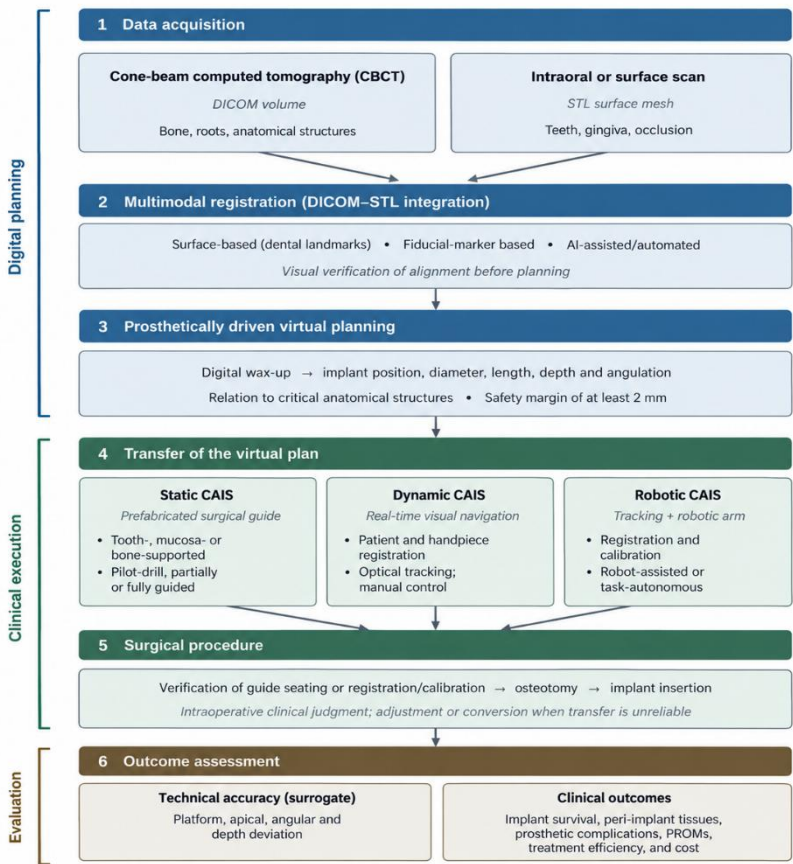


Figure 1. Digital-to-clinical workflow of computer-assisted implant surgery.
Source: Authors' own illustration based on D'Haese et al. (2017), Tahmaseb et al. (2018), Chackartchi et al. (2022), Pimkhakham et al. (2024), and Luo et al. (2025).

2. Digital Data Acquisition and Image Registration

2.1 Cone-Beam Computed Tomography

Cone-beam computed tomography (CBCT) provides the principal source of three-dimensional radiographic information for contemporary implant planning. By generating cross-sectional and volumetric representations of the jaws, CBCT enables assessment of alveolar bone dimensions and the spatial relationship of the proposed implant site to relevant anatomical structures. In guided implant

surgery, its role extends beyond diagnosis: the resulting Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) dataset forms the anatomical basis for virtual implant planning and subsequent transfer of the planned implant position to the surgical field (Jacobs, Salmon, Codari, Hassan, & Bornstein, 2018).

The clinical value of CBCT depends on achieving an appropriate balance between diagnostic information, image quality, and radiation exposure. Considerable variability exists among CBCT devices and acquisition protocols; therefore, imaging parameters should be adapted to the individual patient and the specific diagnostic task. Field of view and spatial resolution should be limited to what is necessary for treatment planning rather than maximized routinely (Jacobs et al., 2018). Very small voxel sizes do not necessarily improve the accuracy of linear measurements and may require greater radiation exposure while increasing image noise. The ITI Group 5 consensus consequently recommended the smallest appropriate field of view and indicated that voxel sizes of approximately 0.3–0.4 mm can provide adequate information for preoperative implant planning without the assumption that higher resolution necessarily increases measurement accuracy (Wismeijer et al., 2018).

Although CBCT provides clinically useful and generally reliable linear measurements for implant-site assessment, these measurements should not be regarded as error-free. The ITI consensus reported that CBCT-derived dimensions may be either overestimated or underestimated and that deviations greater than 1 mm may occur in selected cases. For this reason, a safety margin of 2 mm from relevant anatomical structures was recommended during implant planning (Wismeijer et al., 2018). It should also be recognized that much of the evidence underlying these accuracy statements was derived from cadaveric and dry-skull investigations rather than clinical studies.

Image quality may also be compromised by patient movement and metallic restorations. Such artifacts can interfere with visualization and segmentation and may subsequently reduce the reliability of combining CBCT-derived anatomy with surface-scan data (Jacobs et al., 2018). Flügge et al. (2017) demonstrated that CBCT–surface scan registration accuracy was significantly influenced by the segmentation procedure, the operator, and the number of metallic restorations present. These findings illustrate that errors introduced during image acquisition and preprocessing can be propagated into later stages of the guided workflow.

Accordingly, CBCT should be regarded not simply as a diagnostic examination, but as the anatomical foundation of the digital implant workflow. Its contribution to guided surgery depends on appropriate indication, optimized acquisition parameters, careful interpretation, and the quality of the dataset that will subsequently be integrated with other digital information.

2.2 Intraoral and Surface Scanning

Intraoral and other optical surface-scanning methods complement CBCT by providing detailed information on structures that are not reproduced with comparable accuracy in volumetric radiographic datasets. While CBCT primarily provides information on the underlying osseous anatomy, intraoral scanning can capture the dentition and gingival contours with greater surface detail. The resulting surface dataset, commonly exported in Standard Tessellation Language (STL) format, provides an important dental and prosthetic reference for virtual implant planning (Jacobs et al., 2018; Elgarba et al., 2024).

The integration of surface scanning into implant planning has facilitated the development of fully digital, prosthetically driven workflows. Conventional protocols often required a laboratory-fabricated radiographic template or scan prosthesis to incorporate the intended restoration into the CBCT dataset. In contrast, intraoral scanning allows the morphology of the existing dentition to be digitized directly and combined with a virtual prosthetic setup. This approach can reduce dependence on conventional impressions and stone casts, thereby limiting additional laboratory procedures and potential handling errors (Jacobs et al., 2018; Lin et al., 2020). Lin et al. (2020) clinically demonstrated that CBCT and intraoral scan data could be combined within a fully digital planning workflow for fabrication of tooth-supported surgical guides, with clinical accuracy comparable to a conventional registration workflow in partially edentulous patients.

The reliability of surface scanning, however, depends on the clinical situation and acquisition protocol. Stable and clearly identifiable dental surfaces are particularly valuable because they provide reference structures for subsequent integration with the radiographic dataset. When the number or distribution of remaining teeth is insufficient, alternative reference strategies may be required. Evidence from digital implant impression studies also indicates that scanning accuracy may decrease as the scanned span increases and that, in edentulous arches, the scanner and scanning protocol can influence accuracy (Wismeijer et al., 2018). These findings were based predominantly on laboratory studies and should therefore not be directly generalized to presurgical surface scanning.

Thus, surface scanning does not replace CBCT in guided implant planning; rather, it complements radiographic anatomy with detailed dental and prosthetic surface information. The subsequent alignment of these datasets is a separate critical step that determines the integrity of the virtual patient model.

2.3 DICOM–STL Integration and Multimodal Registration

Digital implant planning requires the anatomical information derived from CBCT and the detailed surface information obtained from optical scanning to be integrated within a common three-dimensional coordinate system. CBCT data are

generally stored in Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) format and represent the underlying osseous and dental anatomy as a volumetric dataset, whereas intraoral and other optical scans are commonly exported as Standard Tessellation Language (STL) surface models. Registration aligns these complementary datasets so that the available bone, dentition, soft-tissue contours, and prosthetic information can be evaluated within a single virtual environment. Because implant positioning is planned in relation to the radiographic anatomy while the surgical guide is designed on the surface model, inaccuracies in dataset alignment may be propagated to the clinical transfer of the treatment plan (Flügge et al., 2017).

Surface-based registration commonly uses dental structures that can be identified in both datasets. The CBCT volume is first segmented to generate a three-dimensional representation of the teeth, after which corresponding landmarks or surfaces are selected and software algorithms refine the alignment. Semi-automated systems may use algorithms such as iterative closest point registration following the initial selection of corresponding dental references (Elgarba et al., 2024). Lin et al. (2020), for example, imported CBCT DICOM and intraoral-scan STL files into implant-planning software and registered them using corresponding points on the dental surfaces.

The availability and quality of common reference structures are critical. Extensive metallic artifacts or an insufficient number and unfavorable distribution of remaining teeth may compromise direct dental-surface registration. Under such circumstances, fiducial-marker registration can provide an alternative. Lin et al. (2020) used a stereolithographic radiographic template containing radiopaque fiducial markers when direct surface matching was considered unreliable. However, this strategy introduces additional procedures and potential sources of error, because inaccurate seating of the radiographic template during CBCT acquisition may itself compromise registration.

Registration is therefore an important potential source of cumulative error. In a clinical dataset of 36 patients, Flügge et al. (2017) reported an overall mean discrepancy of 0.54 mm between registered CBCT and surface models. Mean deviations increased from 0.36 mm in patients with 0–2 metallic restorations to 1.01 mm in those with more than eight, while segmentation method, operator, and number of restorations all significantly influenced registration accuracy. These findings demonstrate that image artifacts and preprocessing errors do not remain confined to image acquisition but can affect subsequent stages of the guided workflow.

Clinical evidence also suggests that the registration method may influence the final transfer accuracy. In the prospective study by Lin et al. (2020), implants planned using direct dental-surface registration showed significantly greater lateral deviation at the implant apex than those planned using fiducial-marker

registration. However, allocation to the registration protocols was not randomized, and metallic restorations were common in the surface-registration group; therefore, the observed difference cannot be attributed to the registration method alone.

Registration procedures have evolved from manual alignment toward semi-automated and AI-assisted approaches. Automated methods may reduce operator dependence and processing time, but current validation remains limited by selected patient populations and methodological constraints. Their effect on subsequent implant-placement accuracy therefore remains to be established (Elgarba et al., 2024).

3. Virtual Implant Planning

Once the diagnostic datasets have been accurately integrated, virtual implant planning converts the collected information into a three-dimensional treatment plan. The objective is not simply to place an implant within the available bone, but to identify a position that simultaneously accommodates the intended restoration, available hard and soft tissues, and surrounding anatomical structures. This prosthetically driven, or “top-down,” approach places the future restoration at the center of the planning process rather than treating it as a consequence of surgically convenient implant placement (Chackartchi et al., 2022).

A virtual prosthetic setup or digital wax-up is therefore an important component of comprehensive planning. By displaying the intended restoration together with the underlying anatomy, it allows implant position and inclination to be selected in relation to the desired restorative contour. Chackartchi et al. (2022) emphasized that omission of the prosthetic setup may exclude clinically relevant information and contribute to suboptimal implant planning. Appropriate three-dimensional positioning may also facilitate favorable prosthetic design, retrievable screw-retained restorations, hygiene access, occlusal relationships, and implant loading (D’Haese et al., 2017).

Within the planning software, the clinician selects an implant of appropriate diameter and length and determines its entry point, depth, and inclination according to both anatomical and prosthetic requirements. In multiple-implant situations, interimplant and tooth-to-implant relationships can also be assessed within the same virtual environment (D’Haese et al., 2017). Lin et al. (2020) described a clinical workflow in which implant dimensions and position were selected only after verification of dataset alignment and according to the combined prosthetic and anatomical conditions.

An important advantage of virtual simulation is that it can reveal conflicts between the desired prosthetic position and the available anatomy before surgery. A clinically broad ridge may, for example, conceal limited underlying bone

because of soft-tissue thickness. When the implant is simulated in its intended prosthetic position, insufficient bone volume or the need for augmentation may become evident during the planning phase rather than intraoperatively (Chackartchi et al., 2022).

Three-dimensional planning also allows the spatial relationship between the proposed implant and critical anatomical boundaries to be assessed before treatment; identification of such structures and prevention of neurovascular injury are established indications for preoperative three-dimensional imaging (Jacobs et al., 2018).

Anatomical safety remains essential because neither imaging nor transfer of the virtual plan to the surgical field is completely error-free. Tahmaseb, Wu, Wismeijer, Coucke, and Evans (2018) recommended maintaining a safety margin of at least 2 mm from critical anatomical structures when using static computer-assisted implant surgery, reflecting the deviations that may occur between planned and placed implant positions. The ITI consensus likewise recommended a 2-mm safety margin and emphasized that computer-assisted implant surgery should remain prosthetically driven while respecting the surrounding anatomy (Wismeijer et al., 2018).

Ultimately, the virtual plan defines the target that the subsequent guidance system attempts to reproduce. Static guides, dynamic navigation, and robotic systems differ in how this target is transferred, but accurate transfer cannot compensate for an implant position that was inappropriate at the planning stage. The final plan should therefore be reviewed for prosthetic feasibility, anatomical safety, implant dimensions and three-dimensional position before it is accepted for clinical transfer.

4. Static Computer-Assisted Implant Surgery

Static computer-assisted implant surgery (sCAIS) transfers a predetermined virtual implant position to the surgical field through a prefabricated, rigid surgical template. The guide is designed according to the virtual treatment plan and mechanically constrains the surgical instruments to reproduce the planned position and trajectory. Depending on the system and protocol, the template may guide osteotomy preparation alone or both osteotomy preparation and implant insertion. The defining characteristic of the static approach is that the target implant position is predetermined before surgery and cannot be modified through the guidance system intraoperatively without abandoning the template (D'Haese et al., 2017; Tahmaseb et al., 2018).

Static protocols differ according to how long mechanical guidance is maintained during the surgical sequence and may be classified as pilot-drill, partially guided, or fully guided approaches. These levels of guidance are discussed in Section 4.2 (Younes et al., 2018).

The accuracy of transfer depends not only on the quality of the virtual plan but also on the physical and mechanical characteristics of the guidance system. Guide support and stability, manufacturing accuracy, and the relationship between the surgical template and guided instrumentation may all contribute to deviations between the planned and achieved implant positions. Errors arising at individual stages of the digital workflow may act independently or accumulate before the implant is ultimately placed (Tahmaseb et al., 2018).

Importantly, sCAIS should not be considered synonymous with flapless implant surgery. Static guidance can be used with either flapless or open-flap approaches according to the clinical requirements; clinical studies included in the available evidence have employed both techniques. Furthermore, the ITI consensus cautioned that flapless sCAIS may result in implant placement outside the zone of keratinized mucosa and therefore recommended assessment of the quality and quantity of keratinized mucosa during treatment planning (Wismeijer et al., 2018).

4.1 Guide Support, Design, and Manufacturing

The clinical performance of a static surgical guide depends fundamentally on its accurate seating and stability during osteotomy preparation and implant insertion. Surgical guides are commonly classified according to their supporting structures as tooth-supported, mucosa-supported, bone-supported, or combined designs. Tooth-supported guides use the remaining dentition as a rigid reference, mucosa-supported guides rest on the soft tissues and are used predominantly in edentulous arches, and bone-supported guides are positioned directly on the alveolar bone after elevation of a mucoperiosteal flap. Combined tooth–mucosa or tooth–bone designs may be used when complete dental support is unavailable (D’Haese et al., 2017; Shi et al., 2023).

Tooth-supported guides generally provide rigid and reproducible support, whereas comparisons among support types remain limited by differences in the clinical situations in which they are used (Shi et al., 2023).

Guide stability is especially important when rigid dental support is limited. Mucosa-supported guides may be displaced by soft-tissue resilience, whereas bone-supported guides require surgical exposure. Fixation pins or screws can improve stability, although the evidence does not establish a single optimal configuration for all clinical situations (Shi et al., 2023).

Mechanical tolerance between drills, keys, and sleeves permits some lateral and angular movement. Drill–sleeve clearance, sleeve length, drilling length, and sleeve-to-bone distance can therefore influence transfer accuracy (Van Assche & Quirynen, 2010; Apostolakis & Kourakis, 2018).

After digital design, the guide must be manufactured with sufficient dimensional fidelity to preserve the planned geometry. Additive manufacturing

and subtractive CAD/CAM milling are both used clinically, and current comparisons do not demonstrate consistent superiority of either approach. Although some studies favor milling, the available clinical evidence remains limited (Shi et al., 2023).

Thus, the surgical guide should be regarded as a precision transfer device whose performance depends on the interaction of support, fixation, design, manufacturing, and clinical seating. Each of these factors can introduce deviation even when the virtual implant plan itself is appropriate.

4.2 Levels of Guidance: Pilot-Drill, Partially Guided, and Fully Guided Protocols

Static computer-assisted implant surgery can be applied to different portions of the surgical sequence, and the principal distinction among pilot-drill, partially guided, and fully guided protocols is the point at which mechanical guidance by the surgical template ends. This distinction is clinically relevant because surgical steps performed after template guidance has ceased are again influenced by operator control and local anatomical conditions, creating additional opportunities for deviation from the virtual plan.

In pilot-drill guidance, only the initial osteotomy is mechanically directed, whereas subsequent drilling and implant insertion are performed freehand. Partially guided protocols extend template guidance through osteotomy preparation but not implant insertion, while fully guided protocols maintain mechanical guidance through both drilling and implant placement. Because terminology for intermediate protocols is inconsistent, comparisons should focus on the surgical steps actually guided rather than on terminology alone (Younes et al., 2018; Khaohoen et al., 2024; Werny et al., 2025).

The randomized clinical trial by Younes et al. (2018) provides direct evidence for this distinction. In partially edentulous posterior maxillae, mean global apical deviation was 0.97 mm with fully guided surgery, 1.43 mm with pilot-drill guidance, and 2.11 mm with freehand placement, with most secondary accuracy outcomes following the same pattern. Interpretation should remain within the study population and protocol because all procedures were performed by a single experienced clinician.

Broader evidence supports lower deviation with more extensive guidance but not a universal hierarchy. Khaohoen et al. (2024) found fully guided surgery more accurate than pilot-guided surgery but no significant difference from partially guided protocols. Werny et al. (2025) likewise reported lower pooled deviations for fully guided than pilot-drill sCAIS, while noting the limited clinical evidence for partial and pilot-only protocols.

Accordingly, the level of guidance should be regarded as one determinant within the complete digital and surgical workflow rather than an isolated

predictor of accuracy. Extending mechanical control through implant insertion can reduce opportunities for deviation after the initial osteotomy, but it cannot compensate for errors in planning, guide support, guide seating, or the mechanical transfer system.

5. Dynamic and Robotic Computer-Assisted Implant Surgery

Dynamic and robotic CAIS provide real-time alternatives to prefabricated static guidance. Dynamic navigation supplies visual feedback while the surgeon retains manual handpiece control, whereas robotic CAIS adds mechanical guidance or predefined task-autonomous execution under clinical supervision (Pimkhaokham et al., 2024). The principal characteristics of static, dynamic, and robotic CAIS are summarized in Table 1.

Table 1. Comparison of static, dynamic, and robotic computer-assisted implant surgery.

Feature	Static CAIS	Dynamic CAIS	Robotic CAIS
Guidance and control	Prefabricated template; mechanical constraint of drilling and, depending on protocol, implant insertion.	Real-time optical tracking and visual feedback; surgeon retains manual handpiece control.	Tracking plus robotic mechanical guidance; assistance or predefined task autonomy under supervision.
Intraoperative flexibility	Limited; major trajectory changes generally require removal or abandonment of the guide.	Trajectory can be adjusted during navigation.	System-dependent; clinician supervises and can intervene within the control architecture.
Key requirements	Accurate design/manufacture, complete seating and stability, adequate surgical access.	Accurate registration, stable reference, calibration, and uninterrupted tracking.	Accurate registration/calibration, stable references, tracking, robotic setup, and supervision.
Principal limitations	Guide misfit/movement, sleeve tolerance, restricted access, limited real-time correction.	Registration/tracking errors, display-hand coordination, and a distinct learning curve.	Higher cost and workflow complexity, calibration demands, and limited comparative evidence.
Evidence maturity	Established; broad clinical literature across multiple static protocols.	Established; growing clinical comparative evidence.	Emerging; heterogeneous evidence and relatively few randomized comparisons.

Source: Authors' synthesis based on D’Haese et al. (2017), Jorba-García et al. (2021, 2023), Pimkhaokham et al. (2024), and Luo et al. (2025).

5.1 Dynamic Navigation

Dynamic computer-assisted implant surgery (dCAIS) transfers a virtually planned implant position through real-time tracking rather than through a rigid drill-guiding template. The workflow begins with registration, which establishes the spatial relationship between the preoperative three-dimensional dataset and the patient's actual anatomy. Earlier navigation protocols commonly relied on radiographic fiducial markers incorporated into a splint or clip during CBCT acquisition, whereas newer systems may use tracing-based registration in which predefined anatomical landmarks identified on the CBCT are located clinically with a calibrated probe (Jorba-García et al., 2023). After registration, its accuracy should be verified against additional anatomical reference points before surgical navigation begins.

A patient-related optical reference must remain stable throughout the procedure so that changes in the position of the patient can be continuously related to the radiographic dataset. The surgical instrumentation also requires calibration. In the randomized clinical trial by Jorba-García et al. (2023), the drill axis was recalibrated before each bur and again before implant insertion. Once these relationships have been established, optical tracking allows the system to display the surgical instrument relative to the planned implant trajectory in real time.

During osteotomy preparation, navigation interfaces may provide information regarding drill position, angulation, and depth. Yotpibulwong et al. (2023), for example, used numerical and color-coded feedback to indicate angular and depth deviations from the planned position. When the displayed trajectory deviated from the target, the surgeon could correct the drill direction immediately. This real-time capacity for correction represents the principal functional distinction from static guidance: the surgeon retains complete manual control of the handpiece while navigation continuously informs the execution of the virtual plan.

The absence of a rigid template preserves direct access to the surgical field and permits intraoperative trajectory adjustment, which may be useful when limited mouth opening or posterior access restricts static guide use (Jorba-García et al., 2021).

dCAIS nevertheless remains sensitive to registration, reference stability, calibration, tracking, and instrument manipulation. Because the surgeon must translate visual feedback into hand movements, training is required and mastery may take longer than with static CAIS (Jorba-García et al., 2021; Pimkhaokham et al., 2024).

Clinical studies show lower positional deviation with dCAIS than with freehand placement, while no consistent clinical accuracy advantage over static guidance has been established (Jorba-García et al., 2021, 2023).

5.2 Robotic Implant Surgery

Robotic computer-assisted implant surgery (rCAIS) extends image-guided implant placement by combining virtual planning and real-time spatial tracking with mechanical control of the surgical instrument. Current implant-specific robotic systems differ primarily in the degree of autonomy provided. In robot-assisted or semi-active systems, the surgeon retains continuous control while the robotic mechanism mechanically guides or constrains the handpiece along the planned trajectory. In task-autonomous systems, predefined procedures such as osteotomy preparation and implant insertion can be carried out by the robotic arm according to parameters established by the clinician, while the surgeon supervises the procedure and intervenes when necessary (Pimkhaokham et al., 2024). At the time of that review, implant-specific robotic systems were represented by assistance- and task-autonomy-level technologies rather than higher levels of surgical autonomy.

Conceptually, robotic workflows share several elements with dynamic navigation but add physical control of the surgical trajectory. The planned implant position must be related accurately to the patient through registration, and the relationship among the patient, tracking references, surgical instrument, and robotic system must be calibrated before execution. Real-time tracking can then be used to maintain this spatial relationship as the robotic arm constrains or performs the osteotomy and implant placement. In task-autonomous systems, the clinician remains responsible for treatment planning, system preparation, supervision, and intervention despite the robotic execution of individual surgical tasks (Pimkhaokham et al., 2024).

Robotic guidance adds physical control to real-time tracking, but it does not eliminate workflow error; registration, calibration, reference stability, tracking, robotic positioning, bone characteristics, and operator-related factors may all affect final accuracy (Luo et al., 2025).

Clinical evidence remains emerging. Luo et al. (2025) synthesized 16 clinical studies involving 908 implants but found substantial heterogeneity and few randomized comparisons, preventing firm conclusions about superiority over static or dynamic CAIS. A small edentulous case series demonstrated task-autonomous feasibility without establishing comparative benefit (Li et al., 2023).

Adoption is further constrained by cost, preparation requirements, workflow complexity, calibration, and an incompletely defined learning curve; ethical, legal, and supervision frameworks for autonomous surgery are also still developing (Li et al., 2023; Luo et al., 2025).

6. Clinical Execution

6.1 Preoperative Verification and Intraoperative Considerations

The transition from the virtual treatment plan to clinical execution begins before the first osteotomy is prepared. For static computer-assisted implant surgery, the surgical template must seat completely and reproducibly and remain stable throughout the procedure. Lin et al. (2020) verified each surgical guide intraorally for correct seating and stability before surgery, while Yotpibulwong et al. (2023) used inspection windows to confirm intimate adaptation to the supporting teeth and performed chairside adjustment when necessary.

When soft tissues contribute to guide support, mucosal resilience or asymmetric compression may alter seating. Fixation should therefore be performed only after the initial guide position has been verified (Chackartchi et al., 2022).

Navigation-based systems require equivalent verification. In dynamic CAIS, patient-to-image registration should be checked clinically and the surgical instrument appropriately calibrated; robotic workflows similarly depend on accurate registration and calibration before execution (Jorba-García et al., 2023).

Physical access must also be assessed clinically. Guided instrumentation increases the vertical space required for osteotomy preparation, particularly in posterior regions. Lin et al. (2020) reported seven molar implants that required freehand placement because limited mouth opening prevented completion of the fully guided protocol.

Guided instruments should be handled without excessive lateral loading, with the drill maintained centrally within the guiding component (Chackartchi et al., 2022).

Computer assistance should therefore be regarded as an aid to clinical execution rather than a substitute for intraoperative judgment. The clinician must continuously assess guide seating or registration, system stability, access, instrument behavior, and the clinical conditions encountered during surgery, and should be prepared to modify or abandon the intended guided workflow when its reliable application can no longer be assured.

6.2 Special Clinical Scenarios: Fully Edentulous Arches and Immediate Implant Placement

Certain clinical situations place greater demands on the transfer of a virtual implant plan because the stable references required for registration and guidance are reduced or the operative anatomy differs substantially from that of a healed ridge. Completely edentulous arches and immediate implant placement represent two important examples in which verification, stabilization, and intraoperative judgment become particularly important.

In the **completely edentulous arch**, the absence of teeth removes rigid and readily identifiable reference structures that ordinarily facilitate multimodal registration and surgical-guide positioning. Consequently, both patient-to-software registration and subsequent transfer of the planned position back to the patient become more challenging (Chackartchi et al., 2022). Alternative reference strategies have therefore been described, including radiopaque markers, temporary implants used as fixed references, and staged protocols in which remaining teeth or roots support the guide during an initial surgical phase (Chackartchi et al., 2022).

Mucosa-supported guides are susceptible to displacement from soft-tissue resilience and asymmetric compression. Fixation pins can improve stability after correct seating but cannot compensate for initial malpositioning (Chackartchi et al., 2022; Carosi et al., 2022).

In a systematic review of mucosa-supported complete-arch protocols, Carosi et al. (2022) reported mean deviations of 3.42° angularly, 1.23 mm at the shoulder, and 1.46 mm at the apex, although substantial between-study and case-level variability remained.

Immediate implant placement creates a different transfer challenge because the osteotomy is prepared within or adjacent to a fresh extraction socket. Differences in resistance among socket walls may influence drill trajectory and direct the instrument toward the path of least resistance (Van Assche & Quirynen, 2010; Nava et al., 2026). Computer assistance can reduce but does not eliminate this effect; in static systems, small socket-related displacements may occur within the mechanical tolerance of the sleeve system and can be difficult to recognize when direct visual feedback is limited.

Nava et al. (2026) found guided immediate implant placement more accurate than freehand placement, whereas differences among guided approaches became less certain when analyses were restricted to randomized evidence. Overall certainty was low.

Completely edentulous arches and immediate extraction sockets therefore illustrate a common principle: when stable anatomical references or predictable resistance patterns are reduced, successful computer-assisted transfer becomes increasingly dependent on accurate registration, stable fixation, verification, and continued clinical judgment. Neither scenario alone constitutes an automatic indication for a particular guidance technology; the selected approach should remain compatible with the anatomy, available reference structures, surgical access, and the clinician's ability to confirm reliable execution of the virtual plan.

7. Accuracy and Sources of Error

7.1 Assessment of Implant Placement Accuracy

Implant-placement accuracy is commonly evaluated as the discrepancy between the virtually planned and clinically achieved implant positions. Strictly, clinical studies primarily assess trueness, whereas precision refers to repeatability under identical conditions. Nevertheless, the term accuracy is widely used in the CAIS literature for these positional deviations (Pimkhaokham et al., 2024).

A common clinical method is to register a postoperative three-dimensional dataset with the preoperative virtual plan and calculate the discrepancy between the planned and placed implants (Lin et al., 2020).

Three outcome measures have become particularly common: angular deviation, platform or entry-point deviation, and apical deviation. Angular deviation is the three-dimensional angle between the longitudinal axes of the planned and placed implants and is reported in degrees. Platform deviation represents the linear discrepancy between the centers of the planned and placed implants at the coronal or platform level, whereas apical deviation describes the corresponding discrepancy at the implant apex. These linear measurements are generally reported in millimeters. Depth or vertical deviation may additionally be reported as displacement along the planned implant axis (Lin et al., 2020; Werny et al., 2025).

Global or 3D deviation describes the resultant spatial distance between corresponding planned and placed implant points and should be distinguished from directional measurements such as horizontal, buccolingual, mesiodistal, or vertical displacement. Terminology and calculation methods vary across studies and should be considered when comparing reported accuracy estimates.

Measurement itself introduces uncertainty because artifacts, voxel characteristics, segmentation, patient movement, and operator-related factors may influence identification of the postoperative implant position.

Mean deviations represent group-level tendencies and may obscure clinically relevant outliers; ranges and variability should therefore be considered alongside pooled means (Tahmaseb et al., 2018).

Finally, positional accuracy is a surrogate technical outcome rather than a direct measure of treatment success. Evidence-based thresholds linking specific amounts of deviation to implant survival, prosthetic fit, biological complications, or other clinical outcomes have not yet been established. A numerically small deviation therefore indicates close reproduction of the planned position but does not, by itself, establish a favorable overall clinical outcome.

7.2 Accumulation of Error Throughout the Digital Workflow

The discrepancy between the planned and placed implant is the cumulative result of a multistep digital-to-clinical workflow. Inaccuracies introduced during imaging, data processing, registration, planning, guidance preparation, and surgical execution can be propagated to later stages and contribute to the final implant-position deviation (Jacobs et al., 2018; Apostolakis & Kourakis, 2018).

Cumulative error should therefore be understood as sequential propagation rather than a simple arithmetic sum of fixed values. Errors introduced early in imaging, registration, or planning may influence several downstream stages, whereas deviations during seating, drilling, or implant insertion arise later in clinical transfer. Each transition is both a potential source of discrepancy and an opportunity for verification. The principal sources of error and corresponding risk-reduction strategies are summarized in Table 2.

Table 2. Principal Sources of Error and Risk-Reduction Strategies Throughout the Guided Implant Surgery Workflow

Workflow stage	Principal sources of error	Risk-reduction strategy
CBCT acquisition	Patient movement, metallic artifacts, inappropriate acquisition parameters, limited spatial resolution	Use task-specific acquisition parameters, minimize patient movement, restrict the field of view appropriately, and evaluate artifact-affected regions critically
Surface scanning	Incomplete surface capture, increasing scan span, limited or poorly distributed dental references, edentulous regions	Verify scan completeness and reproducibility; use alternative reference strategies when stable dental landmarks are insufficient
Segmentation	Threshold selection, artifacts, operator-dependent corrections, inaccurate extraction of dental or osseous surfaces	Inspect segmented structures critically and correct inaccurate boundaries before dataset integration
DICOM–STL registration	Few or unfavorably distributed common landmarks, metallic restorations, segmentation errors, operator variability	Verify registration in multiple anatomical regions; use stable, widely distributed references; consider fiducial-marker registration when direct surface matching is unreliable
Virtual implant planning	Inaccurate registered data, omission of the prosthetic setup, inappropriate implant position or dimensions, inadequate anatomical safety assessment	Integrate prosthetic and anatomical information, verify implant diameter, length, depth and angulation, and maintain an appropriate safety margin from critical structures
Guide design and manufacturing	Inadequate support, manufacturing distortion, inappropriate fixation design, sleeve-position errors, dimensional changes of the guide	Select appropriate support and fixation, verify manufacturing fidelity and clinical fit, and minimize conditions that may contribute to template deformation
Mechanical guiding system	Drill–sleeve or drill–key clearance, short guiding sleeves, increased sleeve-to-bone distance, long drilling path	Use appropriate guiding geometry and maintain the drill centered and parallel within the sleeve
Guide seating and fixation	Incomplete seating, mucosal resilience or asymmetric compression, guide movement, fixation of a malpositioned template	Confirm complete and stable seating before drilling or fixation; use inspection windows and strategic fixation when appropriate

Dynamic/robotic registration and calibration	Inaccurate patient-to-image registration, unstable reference markers, calibration errors, tracking interruption	Verify registration clinically, maintain stable reference components, calibrate instruments correctly, and repeat verification when tracking or reference stability is uncertain
Osteotomy preparation	Oblique forces, drill inclination, local bone morphology or density, dominant cortical walls, extraction-socket anatomy	Maintain controlled instrument orientation, avoid excessive lateral forces, and continuously assess whether the planned trajectory is being reproduced
Implant insertion	Freehand insertion after guided osteotomy, insertion resistance, loss of guide stability, deviation from the prepared osteotomy	Maintain guidance through insertion when the protocol permits and modify or abandon the guided workflow if reliable transfer can no longer be assured

Sources: Van Assche and Quirynen (2010); Flügge et al. (2017); Jacobs et al. (2018); Apostolakis and Kourakis (2018); Lin et al. (2020); Chackartchi et al. (2022); Shi et al. (2023); Pimkhaokham et al. (2024).

7.3 Comparative Accuracy of Guided and Freehand Approaches

Comparative literature consistently shows lower positional deviation with computer-assisted implant surgery than with freehand placement. Werny et al. (2025), using pooled clinical data, reported mean angular, platform, and apical deviations of 7.46°, 1.56 mm, and 2.22 mm for freehand surgery; corresponding values were 2.57°, 0.72 mm, and approximately 0.9 mm for fully guided static CAIS and 3.67°, 1.01 mm, and 1.36 mm for dynamic CAIS. These heterogeneous pooled values describe group-level effects rather than expected outcomes for an individual implant.

For static CAIS, Tahmaseb et al. (2018) pooled 20 clinical studies involving 2,238 implants and reported mean deviations of 1.2 mm at the entry point, 1.4 mm at the apex, and 3.5° in angulation. Direct randomized evidence from Younes et al. (2018) similarly showed lower deviation with fully guided than pilot-guided or freehand placement in partially edentulous posterior maxillae, although the findings remain specific to that protocol and population.

Within static CAIS, fully guided protocols generally show lower deviation than pilot-guided approaches, whereas evidence for an additional advantage over partially guided protocols remains less consistent (Khaohoen et al., 2024; Werny et al., 2025).

Dynamic navigation likewise improves correspondence with the virtual plan compared with freehand placement. Jorba-García et al. (2021) found a small overall angular advantage over static guidance, but this difference was significant only in vitro and not in the clinical subgroup. In a randomized clinical trial, Jorba-García et al. (2023) reported mean angular deviations of 4.02° with dynamic navigation and 7.97° with freehand surgery.

More recent clinical pooling does not establish a consistent advantage of either static or dynamic guidance. Werny et al. (2025) found lower global platform deviation with fully guided static CAIS, whereas angular and global apical differences were not significant. Isolated pooled values should therefore not be interpreted as evidence of universal superiority.

Robotic CAIS has produced low pooled deviations, with Luo et al. (2025) reporting 0.69 mm at the platform, 0.72 mm at the apex, and 1.62° angularly. However, the evidence included only 16 clinical studies with very high heterogeneity and few randomized comparisons, so these values do not establish universal superiority over static or dynamic guidance.

Overall, the strongest evidence is that CAIS improves correspondence between planned and placed implants compared with freehand placement. Differences among static, dynamic, and robotic systems are smaller, more context-dependent, and supported by less uniform comparative evidence. Positional accuracy remains a surrogate technical endpoint and should not be equated with overall treatment success.

8. Clinical Outcomes, Complications, and Limitations

Greater positional accuracy does not necessarily translate into superior biological, prosthetic, or patient-reported outcomes (Pimkhaokham et al., 2022, 2024).

Comparative evidence for implant-level and biological outcomes remains limited. Yogui et al. (2021) identified only four randomized controlled trials involving 154 patients and 597 implants, with a mean follow-up of approximately 2.25 years, comparing fully guided static surgery with freehand placement. No statistically significant differences were detected in marginal bone loss, biological complications, mechanical complications, or implant survival. These findings should not be interpreted as evidence of clinical equivalence. The number of eligible studies was small, clinical protocols differed, and the confidence intervals for several complication outcomes were wide. The results therefore indicate that a clinically relevant long-term advantage has not yet been demonstrated rather than proving that no such difference exists.

Patient-reported outcomes and postoperative morbidity have been investigated considerably less frequently than positional accuracy. Pimkhaokham et al. (2024) noted that patient-reported outcomes and experiences, as well as esthetic and restorative outcomes, remain uncommon endpoints in CAIS trials. A randomized clinical trial by Jorba-García et al. (2023) illustrates this distinction between technical and patient-centered outcomes. Although dynamic navigation significantly improved implant-placement accuracy relative to freehand surgery, postoperative pain and analgesic consumption during the first postoperative week were similar, and patient satisfaction was high in both groups. Navigation also

prolonged the surgical procedure by approximately 14 minutes, although patients in both groups considered the surgical duration acceptable. The ITI Group 5 consensus reached a similarly cautious conclusion for static CAIS, stating that it could not be concluded that sCAIS was beneficial compared with conventional implant surgery in terms of pain and discomfort, economics, or intraoperative complications (Wismeijer et al., 2018).

Guided workflows can themselves be associated with technical and surgical complications. Reported events include surgical-guide fracture, guide misfit or inadequate stability, restricted anatomical or instrument access, deficient primary stability, bone dehiscence, and registration-related problems. However, the available studies generally lacked appropriate control groups and used inconsistent definitions, preventing reliable estimation of comparative complication rates across systems (Pimkhaokham et al., 2022).

The evidence base itself remains limited because most CAIS research has focused on positional accuracy rather than long-term clinical or patient-reported outcomes. Linear and angular deviations are surrogate measures, and clinically meaningful thresholds linking them to biological, prosthetic, or patient-centered consequences remain insufficiently defined (Pimkhaokham et al., 2022, 2024). Future studies should therefore evaluate implant survival, peri-implant tissue health, prosthetic complications, adverse events, patient-reported outcomes, treatment efficiency, and cost effectiveness alongside technical accuracy.

9. Artificial Intelligence and Future Perspectives

Artificial intelligence (AI) should currently be viewed not as a separate form of guided implant surgery, but as a set of computational tools capable of automating or supporting individual stages of the existing digital workflow. Among the applications evaluated most directly in the available literature are image segmentation and multimodal registration, while AI-assisted implant planning, surgical-guide design, and greater robotic autonomy remain at earlier stages of clinical validation.

AI-based segmentation and multimodal registration may reduce operator dependence and processing time. Elgarba et al. (2024) reported approximately 51 seconds for automated registration, compared with 275 seconds for semi-automated and 840 seconds for manual registration, with favorable consistency and registration performance.

These findings require caution because completely edentulous patients and cases with extensive artifacts were excluded, the quantitative reference was AI-segmented within the same technological environment, and performance requires external validation across other CBCT and IOS devices. Faster registration does not itself demonstrate greater implant-placement accuracy or improved clinical outcomes.

AI-assisted implant planning remains less comprehensive. Alqutaibi, Algabri, Ibrahim, Alhaji, and Elawady (2025) reviewed 12 studies evaluating AI-based CBCT applications and found promising performance for identifying edentulous regions and assessing bone dimensions. However, the reviewed applications addressed only selected components of the planning process. The authors specifically noted that current AI technology does not cover all implant-planning procedures. Thus, existing evidence should not be interpreted as validation of fully autonomous determination of implant diameter, length, depth, angulation, and prosthetically optimal three-dimensional position.

AI-assisted surgical-guide design remains semi-automated in the available evidence. Andrade-Bortoletto et al. (2025) identified seven studies, all requiring clinician intervention in key steps such as implant positioning, guide adjustment, or sleeve selection. Fully automated guide design has not yet been scientifically validated in the reviewed peer-reviewed literature.

AI may also contribute to future navigation and robotic workflows. Current implant-specific robotic systems remain operator-assisted or task-autonomous and require clinician supervision. Pimkhaokham et al. (2024) suggested that advances in machine learning and AI could enable more autonomous applications, although this remains a future direction rather than established clinical evidence. Progress will require external validation, interoperability, clinician-verifiable outputs, testing in difficult clinical conditions, and prospective evaluation using meaningful clinical and patient-centered outcomes. Ethical, legal, and supervisory frameworks will also need to evolve alongside increasing autonomy (Li et al., 2023).

In the near term, AI is therefore more likely to augment and automate individual components of clinician-directed implant therapy than to replace diagnosis, prosthetically driven treatment planning, or surgical judgment. Its clinical value will ultimately depend not on the degree of automation itself, but on whether automation can be validated as reliable, transparent, and clinically beneficial.

10. Conclusion

Guided implant surgery is a digital-to-clinical workflow that begins with appropriate imaging and surface-data acquisition, proceeds through registration and prosthetically driven virtual planning, and is completed when the plan is reliably transferred and clinically verified. Static, dynamic, and robotic CAIS share the objective of reproducing the planned implant position but differ in how guidance and physical control are delivered, with distinct advantages, limitations, training requirements, and potential error pathways.

Computer-assisted approaches generally improve correspondence between planned and placed implants compared with freehand surgery, but current

evidence does not support universal superiority of any single guidance technology. Because inaccuracies can arise and propagate across multiple stages, the final implant position depends on the integrity of the entire digital and surgical workflow rather than on a single device or operative step.

Positional accuracy remains a surrogate technical outcome. Greater correspondence with the virtual plan has not yet been shown consistently to produce superior implant survival, fewer biological or prosthetic complications, or better patient-reported outcomes. Guided implant surgery should therefore be evaluated beyond deviation measurements alone.

Artificial intelligence and increasing robotic autonomy are likely to support or automate additional workflow components, but clinician verification, judgment, and oversight remain essential. The future value of guided implant surgery will depend on whether increasing technical precision translates into demonstrable biological, prosthetic, patient-centered, and cost-effective benefits.

References

- Alqutaibi, A. Y., Algabri, R., Ibrahim, W. I., Alhajj, M. N., & Elawady, D. (2025). Dental implant planning using artificial intelligence: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(5), 1619–1629. doi:10.1016/j.prosdent.2024.03.032
- Andrade-Bortoletto, M. F. S., Du, X., Dawood, E. A., Burlacu Vatamanu, O. E., Tarce, M., Fontenele, R. C., ... Jacobs, R. (2025). What is the role of AI-driven automation in static surgical guide design? A scoping review. *Journal of Dentistry*, 163, 106193. doi:10.1016/j.jdent.2025.106193
- Apostolakis, D., & Kourakis, G. (2018). CAD/CAM implant surgical guides: Maximum errors in implant positioning attributable to the properties of the metal sleeve/osteotomy drill combination. *International Journal of Implant Dentistry*, 4, 34. doi:10.1186/s40729-018-0146-2
- Carosi, P., Lorenzi, C., Lio, F., Cardelli, P., Pinto, A., Laureti, A., & Pozzi, A. (2022). Accuracy of computer-assisted flapless implant placement by means of mucosa-supported templates in complete-arch restorations: A systematic review. *Materials*, 15(4), 1462. doi:10.3390/ma15041462
- Chackartchi, T., Romanos, G. E., Parkanyi, L., Schwarz, F., & Sculean, A. (2022). Reducing errors in guided implant surgery to optimize treatment outcomes. *Periodontology 2000*, 88(1), 64–72. doi:10.1111/prd.12411
- D’Haese, J., Ackhurst, J., Wismeijer, D., De Bruyn, H., & Tahmaseb, A. (2017). Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontology 2000*, 73(1), 121–133. doi:10.1111/prd.12175
- Elgarba, B. M., Fontenele, R. C., Ali, S., Swaity, A., Meeus, J., Shujaat, S., & Jacobs, R. (2024). Validation of a novel AI-based automated multimodal image registration of CBCT and intraoral scan aiding presurgical implant planning. *Clinical Oral Implants Research*, 35(11), 1506–1517. doi:10.1111/clr.14338
- Flügge, T., Derksen, W., Te Poel, J., Hassan, B., Nelson, K., & Wismeijer, D. (2017). Registration of cone beam computed tomography data and intraoral surface scans—A prerequisite for guided implant surgery with CAD/CAM drilling guides. *Clinical Oral Implants Research*, 28(9), 1113–1118. doi:10.1111/clr.12925
- Jacobs, R., Salmon, B., Codari, M., Hassan, B., & Bornstein, M. M. (2018). Cone beam computed tomography in implant dentistry: Recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*, 18, 88. doi:10.1186/s12903-018-0523-5
- Jorba-García, A., Bara-Casas, J. J., Camps-Font, O., Sánchez-Garcés, M. Á., Figueiredo, R., & Valmaseda-Castellón, E. (2023). Accuracy of dental implant placement with or without the use of a dynamic navigation assisted system: A randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 34(5), 438–449. doi:10.1111/clr.14050

- Jorba-García, A., González-Barnadas, A., Camps-Font, O., Figueiredo, R., & Valmaseda-Castellón, E. (2021). Accuracy assessment of dynamic computer-aided implant placement: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 25(5), 2479–2494. doi:10.1007/s00784-021-03833-8
- Khaohoen, A., Powcharoen, W., Sornsuwan, T., Chaijareenont, P., Rungsiyakull, C., & Rungsiyakull, P. (2024). Accuracy of implant placement with computer-aided static, dynamic, and robot-assisted surgery: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *BMC Oral Health*, 24, 359. doi:10.1186/s12903-024-04033-y
- Li, P., Chen, J., Li, A., Luo, K., Xu, S., & Yang, S. (2023). Accuracy of autonomous robotic surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A retrospective case series study. *Clinical Oral Implants Research*, 34(12), 1428–1437. doi:10.1111/clr.14188
- Lin, C.-C., Wu, C.-Z., Huang, M.-S., Huang, C.-F., Cheng, H.-C., & Wang, D. P. (2020). Fully digital workflow for planning static guided implant surgery: A prospective accuracy study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 980. doi:10.3390/jcm9040980
- Luo, Z., Li, A., Unkovskiy, A., Li, J., Beuer, F., Wu, Z., & Li, P. (2025). Accuracy of robotic computer-assisted implant surgery in clinical studies: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*, 25, 540. doi:10.1186/s12903-025-05837-2
- Nava, P., Sabri, H., Hazrati, P., Nava, C., Saleh, M. H. A., & Wang, H.-L. (2026). Accuracy of static, dynamic, and robotic guided surgery in immediate implant placement: A systematic review and network meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 37(5), 525–542. doi:10.1111/clr.70100
- Pimkhaokham, A., Chow, J., Pozzi, A., Arunjarosuk, S., Subbalekha, K., & Mattheos, N. (2024). Computer-assisted and robotic implant surgery: Assessing the outcome measures of accuracy and educational implications. *Clinical Oral Implants Research*, 35(8), 939–953. doi:10.1111/clr.14213
- Pimkhaokham, A., Jiaranuchart, S., Kaboosaya, B., Arunjarosuk, S., Subbalekha, K., & Mattheos, N. (2022). Can computer-assisted implant surgery improve clinical outcomes and reduce the frequency and intensity of complications in implant dentistry? A critical review. *Periodontology 2000*, 90(1), 197–223. doi:10.1111/prd.12458
- Shi, Y., Wang, J., Ma, C., Shen, J., Dong, X., & Lin, D. (2023). A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. *International Journal of Implant Dentistry*, 9, 38. doi:10.1186/s40729-023-00507-w

- Tahmaseb, A., Wu, V., Wismeijer, D., Coucke, W., & Evans, C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 29(Suppl. 16), 416–435. doi:10.1111/clr.13346
- Van Assche, N., & Quirynen, M. (2010). Tolerance within a surgical guide. *Clinical Oral Implants Research*, 21(4), 455–458. doi:10.1111/j.1600-0501.2009.01836.x
- Werny, J. G., Frank, K., Fan, S., Sagheb, K., Al-Nawas, B., Narh, C. T., & Schiegnitz, E. (2025). Freehand vs. computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis—Part 1: Accuracy of planned and placed implant position. *International Journal of Implant Dentistry*, 11, 35. doi:10.1186/s40729-025-00622-w
- Wismeijer, D., Joda, T., Flügge, T., Fokas, G., Tahmaseb, A., Bechelli, D., ... Wu, V. (2018). Group 5 ITI consensus report: Digital technologies. *Clinical Oral Implants Research*, 29(Suppl. 16), 436–442. doi:10.1111/clr.13309
- Yogui, F. C., Verri, F. R., de Luna Gomes, J. M., Lemos, C. A. A., Cruz, R. S., & Pellizzer, E. P. (2021). Comparison between computer-guided and freehand dental implant placement surgery: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 242–250. doi:10.1016/j.ijom.2020.08.004
- Yotpibulwong, T., Arunjarosuk, S., Kaboosaya, B., Sinpitaksakul, P., Arksornnukit, M., Mattheos, N., & Pimkhaokham, A. (2023). Accuracy of implant placement with a combined use of static and dynamic computer-assisted implant surgery in single tooth space: A randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, 34(4), 330–341. doi:10.1111/clr.14043
- Younes, F., Cosyn, J., De Bruyckere, T., Cleymaet, R., Bouckaert, E., & Eghbali, A. (2018). A randomized controlled study on the accuracy of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(6), 721–732. doi:10.1111/jcpe.12897