

ORTODONTİ ALANINDA GÜNCEL GELİŞMELER VE TEMATİK İNCELEMELER

Editör

Doç. Dr. Doğan Ilgaz Kaya

Ortodonti 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

978-625-8513-88-2

©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

Mandibular Buccal Shelf Mini Vidaları: Anatomik Temeller, Yerleştirme Prensipleri, Stabilité ve Klinik Biyome kanik

Melike Altınışik
Resul Altınışik

BÖLÜM 2..... 29

Tek Yumurta İkizlerinde .Damon Ultima Sistemi Kullanılarak Uygulanan Çekimsiz Ortodontik Tedavi: Olgu Sunumu

Mevlûde Yûce Polat
Başak Akdağ
Sultan Bozdoğan Aydın

BÖLÜM 3..... 57

Marpe/Sarpe Yöntemlerinin Klinik Karşılaştırılması ve Karar Süreci

Yiğit Alp Can
Büşra Seda Yavuz

BÖLÜM 4..... 81

Dudak-Damak Yarıklarında Tedavi Zamanlaması: Doğumdan Erişkinliğe Ortodontik ve Cerrahi Yaklaşımlar

Meyra Durmaz
Mehmet Alp Eriş
Merve Berika Kadioğlu

BÖLÜM 5.....111

Root Resorption Associated with Impacted Maxillary Canines: Diagnosis, Risk Factors, and Clinical Management

Mevlûde Yûce Polat
Sultan Bozdoğan Aydın
Esra Apuhan

BÖLÜM 1

**Mandibular Buccal Shelf Mini Vidaları:
Anatomik Temeller,
Yerleştirme Prensipleri,
Stabilite ve Klinik Biyomekanik**

Melike Altınışik¹

Resul Altınışik²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6367-8025

² Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Tokat, Türkiye, ORCID: 0009-0005-7698-3060

Giriş

Ortodontik mini vidaların kullanımı, ankraj kontrolünde dişlere veya hasta kooperasyonuna olan gereksinimi önemli ölçüde azaltmıştır. Bununla birlikte, mini vidanın yerleştirildiği bölge tedavi sırasında elde edilebilecek diş hareketinin sınırlarını doğrudan etkileyebilir. İnterradiküler yerleşimde kökler arasındaki sınırlı mesafe, kök hasarı riski ve mini vidanın özellikle geniş kapsamlı mezio-distal diş hareketleri sırasında hareket yolunda kalabilmesi önemli dezavantajlardır. Bu sınırlılıklar, köklerden daha uzakta konumlanan ekstra-alveoler ankraj bölgelerinin klinik kullanımını gündeme getirmiştir (Almeida, 2024).

Mandibular buccal shelf (MBS), alt molarların bukkalinde, alveoler proses ile mandibulanın dış oblik hattı arasında uzanan ekstra-alveoler bir kemik bölgesidir. Molar köklerinin lateralinde yer alması, bu bölgeye yerleştirilen mini vidaların diş hareketi sırasında köklerle karşılaşma olasılığını azaltır. Bu özellik, özellikle mandibular dentisyonun bir bütün olarak distal yönde hareket ettirilmesinin planlandığı olgularda MBS'yi interradiküler alanlardan ayırmaktadır. Ekstra-alveoler ankrajın sağladığı bu mekanik serbestlik; total ark distalizasyonunun yanı sıra molar intrüzyonu, oklüzal düzlem kontrolü ve orta hat düzeltmesi gibi farklı klinik uygulamalara da olanak vermektedir (Almeida, 2024).

Ancak MBS'nin klinik olarak kullanılabilir olması yalnızca bölgede yeterli kemik bulunmasına bağlı değildir. Kortikal kemik kalınlığı, bukkal kemik genişliği, molar köklerin konumu, yumuşak doku kalınlığı ve inferior alveolar kanala olan mesafe birlikte değerlendirilmelidir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) çalışmaları, bu anatomik özelliklerin yerleştirme seviyesine ve molar bölgesine göre değişebildiğini göstermektedir. Elshebiny ve arkadaşlarının (2018) anatomik değerlendirmesinde, ikinci moların distobukkal tüberkülü hizasındaki bölge mini vida yerleşimi açısından daha elverişli bulunmuştur. Bu nedenle MBS, sınırları değişmeyen tek tip bir yerleştirme alanı olarak değerlendirilmemelidir.

Anatomik özellikler kadar mini vidanın kendisine ve yerleştirme işlemine ait değişkenler de klinik sonucu etkileyebilir. Vida boyutları, giriş noktası, yerleştirme açısı ve çevre yumuşak dokular bu değişkenler arasındadır. Geniş bir klinik seride MBS mini vidalarıyla yüksek başarı oranları bildirilmiş; yaş ve yerleştirme tarafı gibi bazı faktörlerin başarısızlıkla ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Chang et al., 2015).

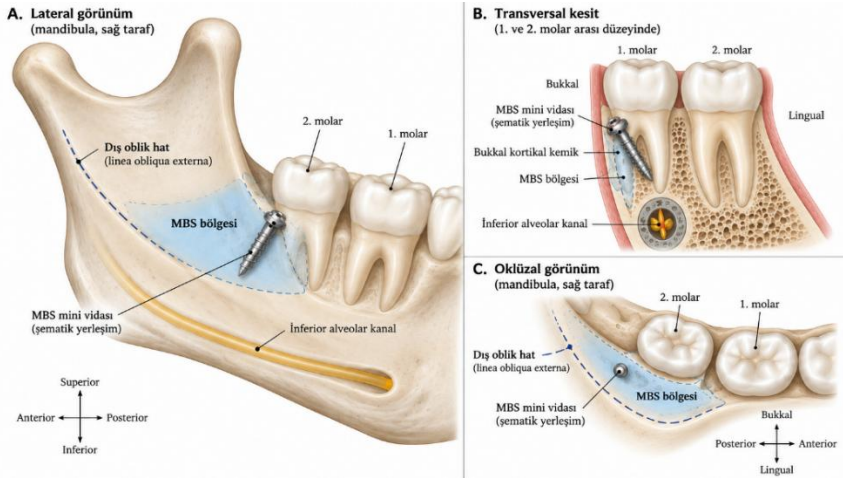
Yerleştirme protokolünün stabilite üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Predrilling ve self-drilling yöntemlerini karşılaştıran küçük örneklemli randomize kontrollü bir çalışmada predrilling grubunda daha yüksek stabilite değerleri bildirilmiştir (Ummat et al., 2024). Bununla birlikte sınırlı örneklem büyüklüğü nedeniyle bu bulgunun daha geniş klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

MBS ankrajına ilişkin yayın sayısı artmasına rağmen, anatomik ölçümlerde kullanılan referans noktalarının, vida boyutlarının, yerleştirme protokollerinin ve klinik kuvvet sistemlerinin çalışmalar arasında farklılık göstermesi sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir (De Julián-López et al., 2026). Bu nedenle klinik uygulamaya yönelik önerilerin mevcut kanıtların niteliği dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekir.

Bu bölümde mandibular buccal shelf mini vidaları; bölgenin anatomik özelliklerinden başlayarak radyolojik değerlendirme, vida seçimi ve yerleştirme prensipleri, primer ve sekonder stabilite, biyomekanik özellikler ve klinik kullanım alanları açısından ele alınacaktır. Ayrıca başarıyı etkileyen faktörler ve olası komplikasyonlar mevcut literatür çerçevesinde tartışılarak güncel kanıtların klinik uygulamaya ne ölçüde aktarılabildiği değerlendirilecektir.

Mandibular Buccal Shelf Bölgesinin Anatomik Özellikleri

MBS, mandibular molar dişlerin bukkalinde yer alan ve posterior yönde dış oblik çizgiyle devam eden ekstra-alveoler kemik alanıdır. Mini vida yerleşimi açısından bu bölgenin temel özelliği, kullanılabilir kemiğin molar köklerin lateralinde bulunmasıdır. Bununla birlikte MBS'nin genişliği, kortikal kemik kalınlığı ve yüzey eğimi bölgenin tamamında aynı değildir. Bu nedenle anatomik değerlendirmede yalnızca MBS bölgesinin varlığından değil, mini vidanın hangi diş ve kök hizasında, hangi vertikal seviyede ve hangi açıyla yerleştirileceğinden söz etmek gerekir. MBS bölgesinin temel anatomik yapıları ve mini vidanın ekstra-alveoler yerleşimi Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Mandibular buccal shelf (MBS) bölgesinin şematik anatomisi ve ekstra-alveoler mini vida yerleşimi. MBS bölgesinin molar dişler, dış oblik hat ve inferior alveolar kanal ile anatomik ilişkisi gösterilmektedir. Mini vida konumu ve trajektuarı şematik olup klinik yerleştirme hastaya özgü anatomik değerlendirmeye göre planlanmalıdır.

Posterior yöndeki anatomik değişim

MBS anatomisini değerlendiren CBCT çalışmalarında ortak bulgulardan biri, kullanılabilir kemik miktarının posterior yönde artma eğilimidir. Elshebiny ve arkadaşları (2018), mandibular birinci ve ikinci molarlarla ilişkili farklı bölgeleri değerlendirdikleri çalışmalarında bukkal kemik miktarının posteriora doğru arttığını ve ikinci moların distobukkal tüberkülü hizasındaki alanın mini vida yerleşimi açısından daha elverişli olduğunu bildirmiştir. Daha sonraki CBCT çalışmalarında da benzer bir eğilim gözlenmiş; kemik kalınlığı ve derinliğinin birinci moların distalinden ikinci molar bölgesine doğru arttığı ve özellikle ikinci moların distal bölgesinde daha fazla kemik bulunduğu gösterilmiştir (Campoy et al., 2025; Feliciano et al., 2025).

Posterior bölgede daha fazla kemik bulunması klinik açıdan avantaj sağlayabilmekle birlikte, bu özellik tek başına güvenli bir yerleşim için yeterli değildir. Planlanan vida trajektuarının molar kökler ve inferior alveolar kanal ile ilişkisi de değerlendirilmelidir. Nitekim ikinci molar bölgesine odaklanan üç boyutlu bir CBCT alışmasında, MBS genişliği ile mandibular kanala olan mesafenin posterior yönde arttığı, ancak bireyler arasında belirgin anatomik değişkenlik bulunduğu gösterilmiştir (Feliciano et al., 2025). Ayrıca MBS anatomisini inceleyen çalışmalarda kullanılan referans noktaları, ölçüm yöntemleri ve CBCT protokolleri birbirinden farklıdır. Bu metodolojik heterojenlik, çalışmaların bildirdiği sayısal değerlerin doğrudan karşılaştırılmasını ve tek bir çalışmada tanımlanan milimetrik değerlerin tüm hastalara uygulanabilecek sabit anatomik sınırlar olarak yorumlanmasını güçleştirmektedir (De Julián-Lpez et al., 2026).

Vertikal seviyenin etkisi

MBS'deki kullanılabilir kemik miktarı ölçümün yapıldığı vertikal seviyeye göre de değişmektedir. Son dönem CBCT çalışmalarında daha apikal seviyelerde kemik kalınlığının artabildiği gösterilmiştir. Bir CBCT çalışmasında kemik kalınlığı mine-sement sınırından 5 ve 8 mm apikalde ölçülmüş; 8 mm seviyesindeki kalınlığın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada hem kalınlık hem de kemik derinliği posterior bölgelerde artış göstermiştir (Campoy et al., 2025).

Bu nedenle yerleştirme seviyesinin daha apikal seçilmesi bazı hastalarda kemik teması açısından avantaj sağlayabilir. Bununla birlikte daha apikal bir giriş yolunun kökler, inferior alveolar kanal ve evre yumuşak dokularla ilişkisi ayrıca değerlendirilmelidir. Dolayısıyla kemik kalınlığındaki artışın doğrudan “daha apikal yerleştirme daha güvenlidir” şeklinde yorumlanması doğru değildir.

Sagittal ve vertikal iskeletsel patern

MBS morfolojisinin kraniyofasiyal yapıyla ilişkisi farklı popülasyonlarda araştırılmıştır. Sagittal iskeletsel patern açısından elde edilen bulgular, Sınıf III

bireylerde bazı MBS ölçümlerinin daha elverişli olabileceğini göstermekle birlikte, bu ilişkinin değerlendirilen anatomik parametreye göre değişebildiğini ortaya koymaktadır. Kolombiya popülasyonunda 34 bireye ait 64 hemiarkın değerlendirildiği CBCT çalışmasında, Sınıf III bireylerde MBS'nin genel kemik özellikleri daha elverişli bulunmuş; özellikle mine-sement sınırından 6 mm seviyesinde ölçülen kemik derinliği Sınıf I ve Sınıf II bireylere göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır (Escobar-Correa et al., 2021).

Benzer şekilde Aleluia ve arkadaşları (2021), sagittal iskeletsel patern ile MBS morfolojisi arasında ilişki bildirmiştir. Sınıf III bireylerde kemik kalınlığı daha fazla bulunmuş; ayrıca ikinci moların mezialinde ölçülen kemik yüksekliği Sınıf I bireylere göre daha yüksek saptanmıştır. Kemik kalınlığının anterior bölgeden posterior bölgeye ve alveoler kretten bazal yönde ilerledikçe arttığı da gösterilmiştir.

Vertikal iskeletsel patern açısından da bazı farklılıklar bildirilmiştir. Aleluia ve arkadaşları (2021), hipodiverjan bireylerde MBS kemik kalınlığının daha fazla olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde Campoy ve arkadaşları (2025), hiperdiverjan bireylerde MBS kemik kalınlığının daha düşük olduğunu bildirmiştir. Escobar-Correa ve arkadaşları (2021) ise düşük açılı bireylerde daha elverişli MBS özellikleri bildirmiştir; ancak vertikal paternle ilişkili farklılıklar değerlendirilen anatomik parametreye göre değişiklik göstermiştir. Dolayısıyla vertikal yüz paterninin MBS'deki kullanılabilir kemik miktarı üzerindeki etkisi konusunda çalışmalar tamamen aynı sonucu vermemektedir.

Parinyachaiphun ve arkadaşları (2018) ise Sınıf III hiperdiverjan ve normodiverjan bireylerde MBS mini vidasının olası yerleştirme yolunu CBCT üzerinde simüle ederek vertikal iskeletsel paternin yanı sıra yerleştirme bölgesi, vertikal seviye ve yerleştirme açısının etkisini değerlendirmiştir. Bu çalışmada vertikal iskeletsel paternin MBS eğimi ve vida trajektuarındaki kortikal kemik kalınlığı üzerinde anlamlı bir etkisi saptanmamıştır. Buna karşılık yerleştirme bölgesi, vertikal seviye ve vida açısının bazı anatomik ölçümleri etkilediği gösterilmiştir (Parinyachaiphun et al., 2018).

Mevcut bulgular birlikte değerlendirildiğinde, sagittal ve vertikal iskeletsel patern MBS anatomisiyle ilişkili olabilecek değişkenler arasında yer almakla birlikte, bu ilişkinin tüm çalışmalarda aynı yönde olmadığı görülmektedir. Özellikle vertikal patern açısından farklı sonuçların bildirilmesi; örneklem özellikleri, kullanılan görüntüleme yöntemleri, ölçüm seviyeleri ve anatomik referans noktalarındaki farklılıklarla ilişkili olabilir. Bu nedenle iskeletsel patern, MBS mini vidasının planlanmasında dikkate alınabilecek faktörlerden biri olmakla birlikte, bireysel anatomik değerlendirmenin yerine kullanılabilecek tek başına bir seçim kriteri olarak görülmemelidir (Aleluia et al., 2021; Escobar-Correa et al., 2021; Parinyachaiphun et al., 2018).

Yaş ve cinsiyet

Yaş ve cinsiyetin MBS anatomisi üzerindeki etkisine ilişkin bulgular da sınırlıdır. Campoy ve arkadaşlarının (2025) çalışmasında yaş ve cinsiyetin MBS morfolojisiyle ilişkisi değerlendirilmiş ve artan yaşla birlikte kemik kalınlığında azalma gözlenmiştir. Bununla birlikte yaş aralığı, örneklem özellikleri ve kullanılan ölçüm seviyeleri çalışmalar arasında farklı olduğundan bu ilişkinin klinik öneminin daha geniş örneklemelerde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Yakın tarihli bir CBCT çalışmasında MBS anatomisi cinsiyet, yüz biyotipi, sağ-sol hemiark ve referans alınan molar kök açısından birlikte değerlendirilmiştir. Anatomik ölçümlerdeki en belirgin farklılığın referans alınan kök bölgesiyle ilişkili olduğu; ikinci moların distal kökü hizasında kemik kalınlığı, yüksekliği ve MBS açılanmasının diğer kök bölgelerine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık yüz biyotipleri ve sağ-sol hemiark arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (Flores-Villamarín et al., 2026).

Klinik açıdan anatomik değerlendirme

Mevcut bulgular birlikte değerlendirildiğinde MBS, anatomik özellikleri sabit bir ankraj alanı olarak görülmemelidir. Posterior yönde ve bazı daha apikal seviyelerde kullanılabilir kemik miktarının artması literatürde tekrarlanan bir bulgu olmakla birlikte; sagittal sınıf, vertikal yüz paterni ve hasta özelliklerinin etkisine ilişkin sonuçlar aynı ölçüde tutarlı değildir. Ayrıca çalışmalar arasındaki ölçüm yöntemlerinin farklı olması, belirli bir kemik kalınlığı veya yerleştirme seviyesinin evrensel bir eşik olarak kabul edilmesini güçleştirmektedir.

Bu anatomik değişkenlik, özellikle uzun ve geniş çaplı ekstra-alveoler mini vidaların kullanılacağı olgularda hastaya özgü değerlendirmeyi önemli hale getirmektedir. CBCT mevcut olduğunda planlanan giriş noktası ve vida trajektuarı; bukkal korteks, molar kökler ve inferior alveolar kanal ile birlikte üç boyutlu olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte CBCT kullanımına ilişkin karar, yalnızca MBS mini vidası yerleştirilecek olması nedeniyle rutin bir gereklilik olarak değil, elde edilecek ek tanısal bilginin klinik gereksinimi karşılayıp karşılamadığı dikkate alınarak verilmelidir.

MBS Mini Vidalarında Vida Seçimi ve Yerleştirme Prensipleri

MBS bölgesinde mini vida seçimi ve yerleştirme planlaması, interradyiküler bölgelerden farklı anatomik koşullar dikkate alınarak yapılmalıdır. Vida boyutlarının yanı sıra giriş noktası, yerleştirme açısı ve kemik içindeki ilerleme mesafesi birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle ekstra-alveoler yerleşimde daha uzun ve geniş çaplı vidaların kullanılabilmesi mekanik stabilite açısından avantaj sağlayabilmekle birlikte, bu yaklaşımın yumuşak doku ve hasta konforu üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Vida çapı ve uzunluğu

MBS mini vidalarının boyutları ile klinik stabilite arasındaki ilişkiyi doğrudan değerlendiren çalışmalardan biri Sarul ve arkadaşları (2022) tarafından gerçekleştirilmiştir. Randomize, prospektif klinik çalışmada, Sınıf III maloklüzyona sahip yetişkinlerde 10 mm uzunluğunda ve 1,8–2,0 mm çapındaki MBS mini vidaları ile 8 mm uzunluğunda ve 1,4–1,5 mm çapındaki vidalar karşılaştırılmıştır. İzlem sonunda büyük boyutlu vidaların %91,3'ü stabil kalırken, küçük boyutlu vidalarda bu oran %75 olarak bildirilmiştir (Sarul et al., 2022).

Daha büyük vida boyutlarının sağladığı stabilite avantajına karşın, aynı çalışmada peri-implant mukozal inflamasyon ve 48 saatten uzun süren ağrı büyük boyutlu vidalarda daha sık görülmüştür (Sarul et al., 2022). Bu bulgular, vida boyutunun yalnızca mekanik stabilite açısından değil, çevre yumuşak dokular ve hasta konforu açısından da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Yerleştirme bölgesinin seçimi

MBS içerisinde yerleştirme bölgesinin seçiminde kullanılabilir kemik miktarı kadar molar kökler ve inferior alveolar kanal ile olan anatomik ilişki de önem taşır. Elshebiny ve arkadaşları (2018), kortikal kemik kalınlığı, kemik genişliği, gerekli yerleştirme derinliği ve inferior alveolar sinire yakınlığı birlikte değerlendirdikleri CBCT çalışmalarında, ikinci moların distobukkal tüberkülü hizasındaki MBS bölgesini incelenen alanlar içerisinde mini vida yerleşimi açısından en elverişli bölge olarak bildirmiştir.

Bununla birlikte MBS'nin posterior kısmının daha elverişli olduğuna ilişkin bulgular, tüm hastalarda aynı giriş noktasının kullanılabileceği şeklinde yorumlanmamalıdır. MBS morfolojisinin bireysel değişkenlik göstermesi ve vida trajektuarının kökler ile mandibular kanal arasındaki konumunun yerleştirme seviyesine ve açısına göre değişebilmesi, bölge seçiminin hastaya özgü yapılmasını gerektirir. Bu nedenle anatomik çalışmalarda tanımlanan uygun bölgeler klinik planlamaya rehberlik etmekle birlikte, sabit bir yerleştirme noktası olarak değerlendirilmemelidir.

Yerleştirme açısı ve kemik içindeki ilerleme

Yerleştirme açısı, mini vidanın kemik içinde izlediği yolu ve kortikal kemikle ilişkisini doğrudan değiştirir. Bununla birlikte literatürde bildirilen açaların yorumlanmasında kullanılan anatomik referans düzlemine dikkat edilmesi gerekir. Aynı sayısal açı, oklüzal düzleme veya kemik yüzeyine göre tanımlandığında farklı bir vida trajektuarını ifade edebilir.

Palone ve arkadaşlarının (2026) retrospektif CBCT simülasyon çalışmasında MBS mini vidalarının yerleşimi mine-sement sınırından 4 ve 6 mm uzaklıkta ve oklüzal düzleme göre 70°, 80° ve 90° açılarda simüle edilmiştir. Çalışmada mini

vidanın kemik içerisindeki simüle edilmiş trajektuar uzunluğunun yerleştirme bölgesi ve açığa bağlı olarak değiştiği gösterilmiştir (Palone et al., 2026). Bu sonuçlar, yerleştirme açısının yalnızca cerrahi erişim açısından değil, vida için mevcut kemik yolunun uzunluğu açısından da önem taşıdığını göstermektedir.

Yerleştirme açısı ve derinliğinin mekanik etkisi sonlu elemanlar analizi ile de incelenmiştir. Khosravi ve arkadaşları (2025), farklı MBS yerleşim bölgelerini, yerleştirme derinliklerini ve açılarını karşılaştırmış; vida çevresindeki stres ve strain dağılımının bu değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterdiğini bildirmiştir.

Bu sonuçların klinik öneriye dönüştürülmesinde çalışma tasarımları arasındaki fark dikkate alınmalıdır. Palone ve arkadaşlarının (2026) çalışması CBCT üzerinde olası vida trajektuarını değerlendirirken, Khosravi ve arkadaşlarının (2025) çalışması matematiksel bir sonlu elemanlar modeli üzerinden stres ve strain dağılımını incelemiştir. Dolayısıyla belirli bir açı veya derinliği tüm hastalar için “ideal” olarak tanımlamak yerine, mevcut kemik miktarı, planlanan vida boyutu, anatomik komşuluklar ve uygulanacak kuvvet sistemi birlikte değerlendirilmelidir.

Stabilite ve Stabilitayı Etkileyen Faktörler

Ortodontik mini vidalarda stabilite, kuvvet uygulaması sırasında ankrajın sürdürülebilmesi açısından temel gerekliliklerden biridir. MBS bölgesinde kullanılan vidalarda başlangıç stabilitesi büyük ölçüde vida ile kemik arasındaki mekanik tutuculuğa bağlıdır. Kortikal kemiğin özellikleri, vida çapı ve uzunluğu ile yerleştirme tekniği bu mekanik ilişkinin başlıca belirleyicileri arasındadır. Bununla birlikte yerleştirme anında elde edilen yüksek stabilitenin tek başına uzun dönem klinik başarı anlamına gelmediği; iyileşme sürecindeki kemik yanıtının da dikkate alınması gerektiği unutulmamalıdır.

Primer ve sekonder stabilite

Primer stabilite, mini vidanın yerleştirilmesi sırasında kemikle sağlanan mekanik tutuculuğu ifade eder. Sekonder stabilite ise yerleştirmeyi izleyen dönemde kemik remodelingi ve vida-kemik arayüzündeki biyolojik değişikliklerle ilişkilidir. MBS bölgesindeki kalın ve yoğun kortikal kemik primer stabilite açısından avantaj sağlayabilmekle birlikte, aşırı yüksek yerleştirme torku kemikte aşırı kompresyona ve vida üzerinde artmış mekanik strese neden olabilir. Bu nedenle yüksek primer stabilite ile aşırı yerleştirme torku aynı kavramlar olarak değerlendirilmemelidir (Ummat et al., 2024).

MBS mini vidalarında stabilitenin zamana bağlı değişimini doğrudan değerlendiren klinik veri sınırlıdır. Ummat ve arkadaşlarının (2024) split-mouth randomize kontrollü çalışmasında stabilite, rezonans frekans analizi kullanılarak yerleştirme anında ve takip eden dört ay boyunca aylık olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada primer stabilitenin yerleştirmeden sonra azaldığı, buna karşılık

sekonder stabilitenin sonraki takip döneminde daha sabit bir seyir gösterdiği bildirilmiştir.

Predrilling ve self-drilling yerleştirme

Yoğun kortikal kemiğe sahip MBS bölgesinde mini vida doğrudan self-drilling yöntemle yerleştirilebildiği gibi, vida öncesinde pilot bir yol oluşturularak predrilling de uygulanabilir. Bu iki yaklaşımın stabilite üzerindeki etkisini karşılaştıran Ummat ve arkadaşlarının (2024) çalışmasında her hastanın bir tarafına predrilling, karşı tarafına self-drilling yöntemiyle vida yerleştirilmiştir. Yerleştirme anında ISQ değerleri predrilling grubunda self-drilling grubuna göre daha yüksek bulunmuş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır (Ummat et al., 2024).

Takip döneminde de predrilling grubunun ISQ değerleri genel olarak daha yüksek seyretmiş ve araştırmacılar bu protokolün hem primer hem de sekonder stabilite açısından avantaj sağladığını bildirmiştir (Ummat et al., 2024). Predrilling sırasında kortikal kemikte önceden bir yol oluşturulması, vidanın yerleştirilmesi sırasında meydana gelen kompresyonu ve yüksek torka bağlı mekanik yüklenmeyi azaltabilecek olası bir açıklama olarak değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte bu sonuçlar yorumlanırken çalışmanın örneklem büyüklüğü göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırmada yalnızca yedi hasta ve 14 vida değerlendirilmiştir. Bu nedenle predrilling yönteminin MBS mini vidalarında rutin olarak tercih edilmesi gerektiğini söylemek için mevcut klinik kanıt yeterli değildir. Çalışma, iki yerleştirme protokolü arasında stabilite açısından bir farklılık olabileceğini göstermekte; ancak bu bulgunun daha geniş örneklemli klinik çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir (Ummat et al., 2024).

Rezonans frekans analizi ile stabilitenin değerlendirilmesi

Mini vida stabilitesinin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden biri rezonans frekans analizidir (RFA). Bu yöntemde implant veya mini vidaya bağlanan bir transdüserin rezonans frekansı ölçülerek Implant Stability Quotient (ISQ) adı verilen sayısal bir değer elde edilir. Yöntemin invaziv olmaması ve aynı vida üzerinde farklı zamanlarda tekrarlanabilir ölçümler yapılabilmesi, stabilitenin longitudinal olarak izlenmesine olanak sağlar (Ummat et al., 2024).

Ummat ve arkadaşları (2024), MBS mini vidalarının stabilitesini Osstell Beacon cihazıyla hem bukkolingual hem de meziodistal yönde ölçmüş ve RFA'nın bu bölgedeki mini vidaların takip edilmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Bununla birlikte MBS mini vidaları için klinik başarı veya başarısızlığı öngören doğrulanmış bir ISQ eşik değeri henüz tanımlanmamıştır. Bu nedenle ISQ ölçümleri tek başına klinik karar kriteri olarak değil, stabilitedeki zamana bağlı değişimi izlemeye yardımcı bir ölçüm yöntemi olarak değerlendirilmelidir.

MBS Ankrajının Biyomekaniği

MBS mini vidalarının interradiküler ankrajdan temel farklarından biri, diş köklerinin dışında konumlanmalarıdır. Bu yerleşim, mini vidanın distalizasyon sırasında köklerin hareket yolunda kalma olasılığını azaltır ve mandibular dentisyonun daha geniş kapsamlı hareketlerine olanak sağlar. Bununla birlikte MBS vidasının rijit bir ankraj noktası oluşturması, total ark distalizasyonunun kendiliğinden translasyon şeklinde gerçekleşeceği anlamına gelmez. Oluşan hareket paterni; kuvvetin etki çizgisi, mandibular dentisyonun direnç merkezi, kuvvetin ark üzerine uygulandığı seviye ve ark telinin mekanik özellikleriyle ilişkilidir (Chae et al., 2019; Almeida, 2024).

Kuvvetin etki çizgisi ve direnç merkezi

Mandibular dentisyon bir bütün olarak distalize edildiğinde, kuvvetin etki çizgisinin tüm dentisyonun direnç merkezine göre konumu arkin rotasyon eğilimini belirleyen temel değişkenlerden biridir. Chae ve arkadaşlarının (2019) sonlu elemanlar çalışmasında, distalizasyon kuvvetinin direnç merkezinin altından veya üstünden geçmesine bağlı olarak mandibular dentisyonunda saat yönünde ya da saat yönünün tersine rotasyon olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada kuvvet açısının değiştirilmesiyle total arkin hareket paterninin kontrol edilebildiği ve yaklaşık -23° lik kuvvet doğrultusunun kullanılan modelde mandibular dentisyonun direnç merkezinden geçtiği bildirilmiştir.

Burada -23° değeri tüm hastalar için kullanılabilecek sabit bir klinik açı olarak değerlendirilmemelidir. Bu değer çalışmada oluşturulan sonlu elemanlar modeline özgüdür. Bununla birlikte çalışma, klinik açıdan daha genel bir prensibi ortaya koymaktadır: kuvvetin yalnızca büyüklüğü değil, direnç merkezine göre doğrultusu da total ark distalizasyonu sırasında meydana gelecek rotasyon ve tipping miktarını etkiler (Chae et al., 2019).

Kuvvet uygulama seviyesinin etkisi

MBS vidasının konumu kadar kuvvetin ark üzerinde hangi seviyeden uygulandığı da oluşan hareketi değiştirebilir. Priya ve arkadaşları (2024), MBS vidalarıyla mandibular total ark distalizasyonunu üç boyutlu sonlu elemanlar analiziyle incelemiş ve lateral kesici ile kanin arasına yerleştirilen 0, 3 ve 6 mm yüksekliğindeki power arm'ları karşılaştırmıştır. Power arm yüksekliği arttıkça kortikal kemik ve MBS vidasında oluşan maksimum von Mises stresinin azaldığı bildirilmiştir.

Aynı çalışmada 6 mm'lik power arm kullanıldığında mandibular molarlarda 0 mm'lik modele kıyasla daha fazla gövdesel distalizasyon eğilimi gözlenmiştir (Priya et al., 2024). Bu bulgu, anterior kuvvet uygulama noktasının vertikal konumunun değiştirilmesiyle kuvvetin etki çizgisinin dentisyonun direnç merkezine yaklaştırılabileceğini ve böylece distalizasyon sırasında oluşan rotasyonun değiştirilebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu sonuçların

bir sonlu elemanlar modelinden elde edildiği ve klinik olarak ideal power arm yüksekliğinin hasta anatomisi ve kullanılan mekanik sisteme göre değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Ark teli ve anterior dişlerin kontrolü

Total ark distalizasyonu sırasında dişlerin hareketi yalnızca tüm dentisyonun blok halinde hareketinden oluşmaz. Ark telinin elastik deformasyonu ve braket slotu ile ark teli arasındaki boşluk da bireysel diş hareketine katkıda bulunabilir. Chae ve arkadaşları (2019), ark telindeki elastik deformasyonun mandibular anterior dişlerde lingual tipping oluşturabildiğini ve kuvvet açısı arttıkça bu eğilimin belirginleştiğini göstermiştir. Ayrıca ark telinin braket slotu içerisindeki hareketinin de dişlerin eğim değişikliklerine katkıda bulunduğu bildirilmiştir.

Bu durum özellikle Sınıf III kamuflej tedavisinde önem taşır. Mandibular kesicilerin tedavi öncesinde zaten linguale eğimli olduğu olgularda, total ark distalizasyonu sırasında ek lingual tipping istenmeyen bir yan etki olabilir. Bu nedenle distalizasyon miktarı kadar mandibular kesici torkunun korunması da biyomekanik planlamanın bir parçası olmalıdır (Chae et al., 2019).

Ankraj bölgesinin hareket paternine etkisi

Mandibular total ark distalizasyonunda farklı iskeletsel ankraj sistemlerinin aynı hareket paternini oluşturmadığı gösterilmiştir. Kim ve arkadaşları (2019), ramal plak, Sugawara tipi plak, MBS mini vidası ve interradyiküler mini vida olmak üzere dört farklı ankraj sistemini karşılaştırmıştır. Sonlu elemanlar modelinde sagittal yöndeki distal hareket miktarı ramal plakta en fazla olmuş; bunu Sugawara tipi plak, MBS mini vidası ve interradyiküler mini vida izlemiştir. Posterior dişlerin vertikal hareketi ve bukkolingual eğimleri de kullanılan ankraj bölgesine göre farklılık göstermiştir.

Bu bulgular, iskeletsel ankrajın yalnızca “sabit bir kuvvet kaynağı” olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Ankraj noktasının üç boyutlu konumu değiştiğinde kuvvet vektörü de değişmekte ve bunun sonucunda sagittal hareketle birlikte vertikal ve transversal etkiler ortaya çıkabilmektedir (Kim et al., 2019). Bu nedenle MBS mini vidası ile planlanan total ark distalizasyonunda yalnızca elde edilmek istenen distal hareket miktarı değil, oklüzal düzlemde ve anterior ve posterior segmentlerde oluşabilecek eş zamanlı hareketler de dikkate alınmalıdır.

Biyomekanik kanıtların klinik yorumu

MBS ile total ark distalizasyonuna ilişkin biyomekanik literatürün önemli bir bölümü sonlu elemanlar analizlerine dayanmaktadır. Bu çalışmalar kuvvet vektörünün, ankraj noktasının ve kuvvet uygulama seviyesinin değiştirilmesiyle oluşabilecek hareket eğilimlerini karşılaştırmak açısından değerlidir. Bununla

birlikte periodontal ligamentin, alveoler kemiğin ve ortodontik materyallerin modellenmesinde kullanılan varsayımlar gerçek biyolojik sistemi tam olarak yansıtmaz. Bu nedenle sonlu elemanlar çalışmalarında bildirilen belirli açı, kuvvet veya power arm yüksekliği değerleri doğrudan klinik reçete olarak değerlendirilmemelidir.

Mevcut çalışmaların ortak olarak desteklediği temel biyomekanik yaklaşım, MBS ankrajında total ark hareketinin kuvvetin etki çizgisi ile mandibular dentisyonun direnç merkezi arasındaki ilişkiye göre planlanması gerektiğidir. Kuvvet uygulama noktasının değiştirilmesi bu ilişkiyi ve dolayısıyla arkın rotasyon eğilimini değiştirebilir. Klinik uygulamada bu prensip; hastanın vertikal yüz paterni, mandibular kesici eğimi, hedeflenen distalizasyon miktarı ve oklüzal düzlem kontrolü ile birlikte değerlendirilmelidir (Chae et al., 2019; Priya et al., 2024).

MBS Mini Vidalarının Klinik Uygulamaları

MBS mini vidalarının klinik kullanımındaki temel avantaj, ankraj ünitesinin molar köklerinin dışında konumlanmasıdır. Bu özellik, interradiküler mini vidalarda karşılaşılabilen kök temasını ve distalizasyon ilerledikçe vidanın diş hareket yolunda kalması sorununu azaltarak mandibular dentisyonun daha geniş kapsamlı hareketlerine olanak sağlar. MBS ankrajı bu nedenle özellikle total mandibular ark distalizasyonunda kullanılmakta; bunun yanında asimetrik distalizasyon, dental orta hat düzeltmesi ve oklüzal düzlem kontrolü gibi daha seçici mekaniklerin uygulanmasına da olanak vermektedir (Almeida, 2024).

Total mandibular ark distalizasyonu ve Sınıf III kamufraj tedavisi

MBS mini vidalarının en sık bildirilen kullanım alanlarından biri, büyümesini tamamlamış ve ortognatik cerrahi düşünülmeyen veya cerrahiyi kabul etmeyen Sınıf III bireylerde mandibular dentisyonun distalizasyonudur. Bu yaklaşımda amaç iskeletsel uyumsuzluğu ortadan kaldırmak değil, mandibular dişlerin posterior yönde hareket ettirilmesiyle pozitif overjet ve uygun molar-kanin ilişkilerinin elde edilmesidir. Dolayısıyla MBS destekli distalizasyon, iskeletsel düzeltici bir tedaviden ziyade dentoalveoler kamufraj yöntemi olarak değerlendirilmelidir.

MBS destekli distalizasyonun önemli noktalarından biri, elde edilen sagittal hareketin anterior dişlerin eğim değişikliklerinden bağımsız olmamasıdır. Total arkın posterior yönde hareketi sırasında mandibular kesicilerde lingual tipping meydana gelebilir. Bu durum, tedavi öncesinde mandibular kesicilerin zaten linguale kompanse olduğu Sınıf III bireylerde özellikle önemlidir. Yakın tarihli bir vaka raporunda, borderline iskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip yetişkin bir hastada bilateral MBS mini vidalarıyla en-masse mandibular distalizasyon uygulanmış; mandibular kesici torkunun korunması amacıyla alt kesici braketlerinin ters çevrilmesi ve ark teline ilave tork verilmesi gibi mekaniklerden

yararlanılmıştır. Tedavi sonunda uygun sagittal dental ilişki elde edilmiştir (Nguyen et al., 2026). Bununla birlikte tek bir vaka üzerinden elde edilen sonuçların yöntemin etkinliği veya uzun dönem stabilitesi açısından genellenmesi uygun değildir.

MBS ile distalizasyonun sınırları yalnızca uygulanabilecek ortodontik kuvvetle belirlenmez. Mandibular ikinci moların distalindeki kullanılabilir alan, alveoler kemik sınırları ve mandibular kesicilerin başlangıç konumu tedavi planlamasında dikkate alınmalıdır. Mandibular distalizasyon sırasında posterior anatomik sınırın özellikle ikinci molar kökleri ile mandibular gövdenin lingual korteksi arasındaki ilişki tarafından belirlendiği; anterior bölgede ise mandibular simfizinin morfolojisinin kesici hareketlerini sınırlayabileceği bildirilmiştir (Chou et al., 2024; Kim et al., 2021). Bu nedenle özellikle belirgin iskeletsel uyumsuzluğun veya ileri dentoalveoler kompensasyonun bulunduğu olgularda planlanan diş hareketlerinin mevcut alveoler kemik sınırları içerisinde değerlendirilmesi önemlidir. MBS ankrajının kullanılabilir olması, her erişkin Sınıf III olgunun kamuflej tedavisine uygun olduğu anlamına gelmemektedir.

Asimetrik distalizasyon ve orta hat düzeltmesi

Ekstra-alveoler ankrajın bir diğer kullanım alanı, mandibular arkın iki tarafında farklı miktarda hareket gerektiren dentoalveoler asimetridir. MBS vidasının unilateral kullanımı veya iki tarafta farklı kuvvet sistemlerinin oluşturulması, mandibular dentisyonun asimetrik hareket ettirilmesine olanak sağlayabilir. Bu yaklaşım özellikle dental orta hat sapmasının sagittal molar ilişki farklılığıyla birlikte bulunduğu olgularda kullanılabilir.

Tsai ve arkadaşları (2017), Sınıf III maloklüzyon ve fasiyal asimetri bulunan yetişkin bir hastada unilateral MBS mini vidasıyla mandibular ark distalizasyonu uygulamış; tedavi sonunda dental orta hat sapması ve Sınıf III molar ilişkisinde düzelme bildirmiştir. Benzer şekilde Camcı ve arkadaşları (2017), mandibular dental orta hat sapmasının düzeltilmesinde buccal shelf ve kanin-premolar bölgesindeki mini vidaları birlikte kullanarak asimetrik bir kuvvet sistemi oluşturmuştur. Bu olgular, iskeletsel ankrajın yalnızca bilateral total ark distalizasyonunda değil, asimetrik hareketlerin oluşturulmasında da kullanılabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte asimetrik kuvvet uygulaması transversal hareketler ve oklüzal düzlemde istenmeyen değişiklikler oluşturabilir. Bu nedenle unilateral veya farklı büyüklükte kuvvetlerin kullanıldığı mekaniklerde yalnızca sagittal hareket değil, mandibular arkın üç boyutlu davranışı da takip edilmelidir. Bu alandaki klinik literatürün büyük ölçüde vaka raporlarından oluşması nedeniyle, belirli bir asimetrik kuvvet protokolünü standart yaklaşım olarak önermek için yeterli kanıt bulunmamaktadır.

Vertikal kontrol ve oklüzal düzlem

MBS mini vidasından mandibular dentisyona uygulanan distalizasyon kuvvetinin doğrultusu, sagittal hareketin yanı sıra vertikal ve rotasyonel etkiler de oluşturabilir. Bu etkilerin yönü ve büyüklüğü; MBS vidasının konumu, kuvvetin dentisyon üzerine uygulandığı nokta ve kuvvet hattının mandibular dentisyonun direnç merkeziyle ilişkisine bağlıdır. Bu nedenle total ark distalizasyonu sırasında yalnızca posterior hareket miktarı değil, molarların vertikal hareketi ve oklüzal düzlemde oluşabilecek rotasyon da dikkate alınmalıdır (Chae et al., 2019; Kim et al., 2019).

Ekstra-alveoler mini vidalarla uygulanan mekaniklerin oklüzal düzlem kontrolüne katkı sağlayabileceği bildirilmekle birlikte, ortaya çıkan etki kullanılan kuvvet sistemine bağlıdır. Kuvvet uygulama noktasının vertikal seviyesinin değiştirilmesi, kuvvet hattının direnç merkeziyle ilişkisini ve buna bağlı olarak total arkın rotasyon eğilimini değiştirebilir. Bu nedenle vertikal kontrol, MBS vidasının kullanımına bağlı olarak kendiliğinden ortaya çıkan bir etki değil, kuvvet vektörünün planlanmasıyla yönetilmesi gereken biyomekanik bir değişkendir (Chae et al., 2019; Priya et al., 2024).

Başarı Oranları ve Başarısızlığı Etkileyen Faktörler

MBS mini vidalarının klinik başarısı; kullanılan vidanın özellikleri, yerleştirme bölgesi, çevre yumuşak dokular ve hastaya ait faktörlerin birlikte etkisi altında değerlendirilebilir. Bununla birlikte bu değişkenlerin her biri için mevcut klinik kanıtın düzeyi aynı değildir. MBS mini vidalarına özgü geniş örneklemli çalışmalar sınırlı olduğundan, bildirilen başarı oranları kullanılan vida sistemi ve klinik protokolle birlikte yorumlanmalıdır.

Başarı oranı

MBS mini vidalarının başarısını değerlendiren en geniş klinik serilerden biri Chang ve arkadaşları (2015) tarafından bildirilmiştir. Çalışmada 840 hastaya bilateral olarak toplam 1680 adet 2×12 mm paslanmaz çelik MBS mini vidası yerleştirilmiştir. İlk dört aylık dönemde 121 vida başarısız olmuş ve primer başarısızlık oranı %7,2 olarak bildirilmiştir. Buna göre çalışmada yaklaşık %93'lük bir başarı elde edilmiştir (Chang et al., 2015).

Bununla birlikte bu oranın MBS mini vidaları için evrensel bir başarı oranı olarak değerlendirilmesi uygun değildir. Çalışmada aynı boyutta vidalar kullanılmış, yerleştirmeler aynı klinisyen tarafından gerçekleştirilmiş ve başarısızlık ilk dört aylık dönem üzerinden tanımlanmıştır. Dolayısıyla farklı vida boyutlarının, yerleştirme protokollerinin ve takip sürelerinin kullanıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilebilir.

Yumuşak doku ve yerleştirme bölgesi

MBS vidasının yapışık dişeti veya hareketli mukozadan yerleştirilmesinin başarı üzerindeki etkisi klinik açıdan tartışılan konulardan biridir. Chang ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında hareketli mukozaya yerleştirilen vidalarda başarısızlık oranı %7,31, yapışık dişetine yerleştirilenlerde ise %6,85 olarak bildirilmiş ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Bu bulgu, MBS vidasının hareketli mukozadan yerleştirilmesinin tek başına primer başarısızlık için belirleyici olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte bu sonuç, yumuşak doku koşullarının klinik olarak önemsiz olduğu şeklinde yorumlanmamalıdır. Peri-implant dokulardaki inflamasyonun stabiliteyle ilişkisi özellikle vida boyutları dikkate alındığında farklılık gösterebilir (Sarul et al., 2022).

Yaş ve yerleştirme tarafı

Chang ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında başarısız olan vidaların bulunduğu hastaların ortalama yaşı 14 ± 3 yıl iken, tüm örneklemin ortalama yaşı 16 ± 5 yıl olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar başarısızlığın daha genç adölesanlarda daha sık görüldüğünü belirtmiştir. Bununla birlikte bu gözlemsel ilişki, yaşın tek başına bağımsız bir başarısızlık nedeni olduğunu göstermemektedir.

Aynı çalışmada sağ ve sol taraf arasında da anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Sol taraftaki vidalarda başarısızlık oranı %9,29 iken sağ tarafta %5,12 olarak bulunmuştur (Chang et al., 2015). Araştırmacılar bu farkın operatörün sağ elini kullanması ve sol taraftaki yerleştirme sırasında karşılaşılan teknik güçlüklerle ilişkili olabileceğini tartışmıştır. Ancak çalışma tek bir operatörün uygulamalarına dayandığından, bu bulgunun tüm klinisyenlere veya yerleştirme tekniklerine genellenmesi uygun değildir.

Vida boyutları

Vida çapı ve uzunluğunun MBS mini vidasının stabilitesi üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir. Sarul ve arkadaşlarının (2022) prospektif çalışmasında, daha büyük çap ve uzunluğa sahip vidalar daha yüksek stabilite göstermiş ve küçük boyutlu vidalarda başarısızlık daha erken ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte vida boyutu belirlenirken stabilitenin yanı sıra çevre yumuşak dokular ve hasta konforu da dikkate alınmalıdır (Sarul et al., 2022).

Peri-implant inflamasyon

Sarul ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında peri-implant mukozal inflamasyonun vida başarısıyla ilişkisi kullanılan vida boyutuna göre farklılık göstermiştir. Küçük boyutlu vidalarda inflamasyon başarısızlık riskindeki artışla ilişkiliyken, büyük boyutlu vidalarda anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Her iki grup birlikte değerlendirildiğinde, inflamasyon bulunan vidalarda başarı oranı

%64,29, inflamasyon bulunmayanlarda ise %94,74 olarak bildirilmiştir (Sarul et al., 2022).

Bu sonuç, peri-implant yumuşak dokuların klinik takibinin yalnızca hasta konforu açısından değil, mini vida stabilitesi açısından da önemli olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte inflamasyon ile başarısızlık arasındaki ilişkinin nedensel yönünü belirlemek güçtür; inflamasyon stabilite kaybına katkıda bulunabileceği gibi, stabilitesini kaybetmeye başlayan bir vidanın çevresinde de inflamatuvar değişiklikler gelişebilir. Bu nedenle inflamasyon varlığı klinik takipte dikkate alınması gereken bir bulgu olmakla birlikte tek başına başarısızlığın nedeni olarak değerlendirilmemelidir.

Hasta ve uygulama kaynaklı değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi

Mevcut klinik kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, MBS mini vidasının başarısını tek bir değişkenle açıklamak mümkün görünmemektedir. Klinik başarı; uygun anatomik bölgenin seçimi, vida özellikleri, yerleştirme protokolü, hastaya ve operatöre bağlı faktörler ile peri-implant dokuların takibini kapsayan çok faktörlü bir süreç olarak değerlendirilmelidir (Chang et al., 2015; Sarul et al., 2022).

Komplikasyonlar ve Klinik Yönetim

MBS mini vidalarının kullanımı sırasında görülebilecek komplikasyonlar yerleştirme işlemi, çevre yumuşak dokular ve vidanın stabilitesiyle ilişkili olabilir. MBS'ye özgü klinik çalışmalarda en sık değerlendirilen sorunlar ağrı, peri-implant inflamasyon ve stabilite kaybıdır. Buna karşılık kök hasarı, sinir yaralanması ve vida kırılması gibi komplikasyonlara ilişkin veriler daha çok genel ortodontik mini vida literatüründen elde edilmektedir. Bu nedenle söz konusu komplikasyonların MBS bölgesindeki görülme sıklığına ilişkin kesin oranlar vermek mümkün değildir.

Ağrı ve yumuşak doku inflamasyonu

MBS mini vidalarının çevresinde gelişen mukozal inflamasyon ve yerleştirme sonrası ağrı klinik takip sırasında karşılaşılabilecek sorunlardandır. Sarul ve arkadaşları (2022), MBS mini vidalarında uzamış ağrı ve peri-implant inflamasyon bildirmiş; bu yumuşak doku bulgularının vida boyutu ve klinik stabiliteyle ilişkili olabileceğini göstermiştir.

Bu bulgular, vida boyutunun yalnızca stabilite açısından değil, hasta konforu ve peri-implant yumuşak doku yanıtı açısından da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Klinik kontrollerde inflamasyon, mukozal irritasyon ve vidanın çevresindeki yumuşak doku değişiklikleri izlenmeli; bölgenin temizlenmesini güçleştiren faktörler ve hastanın oral hijyeni değerlendirilmelidir (Sarul et al., 2022).

Mobilite ve mini vida kaybı

Mini vidada gelişen mobilite, ankrajın sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen komplikasyonlardan biridir ve MBS mini vidalarında stabilite kaybının vida boyutları ve diğer klinik faktörlerle ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Chang et al., 2015; Sarul et al., 2022).

Mobilite gelişen bir mini vidanın klinik yönetimi yalnızca vidanın varlığını korumaya yönelik olmamalıdır. Ankraj gereksinimi devam ediyorsa çevre dokuların durumu, mevcut kemik miktarı ve ilk başarısızlığa katkıda bulunabilecek faktörler yeniden değerlendirilerek farklı bir yerleştirme noktası veya vida boyutu planlanabilir. Ancak MBS vidasının başarısızlığından sonra yeniden yerleştirme için ideal bekleme süresi veya standart bir protokol tanımlayan yeterli MBS'ye özgü klinik veri bulunmamaktadır.

Kökler ve inferior alveolar kanal ile ilişkili riskler

MBS'nin ekstra-alveoler bir ankraj bölgesi olması, mini vidanın interradyiküler alana yerleştirilmesine kıyasla kökler arasındaki sınırlı mesafeye olan bağımlılığı azaltır. Bununla birlikte vida trajektuarı köklerden tamamen bağımsız değildir. Vida giriş noktası, açısı ve derinliği değiştikçe molar köklerle olan üç boyutlu ilişki de değişebilir. Bu nedenle özellikle uzun MBS vidalarının planlanmasında kullanılabilir kemik miktarı ile komşu anatomik yapıların birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Inferior alveolar kanal da yerleştirme planlamasında dikkate alınması gereken anatomik yapılardan biridir. Elshebiny ve arkadaşları (2018), MBS'nin CBCT ile anatomik değerlendirilmesinde kortikal kalınlık ve kemik genişliğinin yanı sıra sanal olarak yerleştirilen mini vidaların inferior alveolar sinirle ilişkisini de incelemiştir. Bu yaklaşım, yalnızca yeterli kemik bulunmasının değil, planlanan vida yolunun anatomik güvenliğinin de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ortodontik mini vidalarla ilişkili komplikasyonları inceleyen sistematik derlemede kök hasarı ve buna eşlik edebilen periradyiküler lezyonlar, pulpal duyarlılık değişiklikleri ve diğer dental komplikasyonlar bildirilmiştir (Lo Giudice et al., 2021). Ancak bu verilerin farklı intraoral mini vida bölgelerini kapsadığı unutulmamalıdır. Dolayısıyla genel mini vida literatüründe bildirilen kök komplikasyonlarının görülme sıklığı doğrudan MBS mini vidalarına aktarılmamalıdır.

Vida deformasyonu ve kırılması

Mini vidanın yerleştirilmesi veya çıkarılması sırasında deformasyon ve kırılma, nadir ancak yönetimi güç olabilen komplikasyonlardandır. Genel ortodontik mini vida literatüründe vida materyali, çapı, tasarımı ve yerleştirme sırasında oluşan torsiyonel yüklerin kırılma davranışıyla ilişkili olduğu

bildirilmiştir. Özellikle yoğun kortikal kemiğe sahip bölgelerde yerleştirme sırasında oluşan mekanik yük önem kazanabilir (Lo Giudice et al., 2021).

MBS'ye ilişkin güncel CBCT temelli bir çalışmada, bölgedeki kortikal kemik özelliklerinin mini vida yerleştirme prosedürü açısından dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Palone et al., 2026). Bununla birlikte çalışma retrospektif CBCT simülasyonuna dayandığından, predrilling uygulamasının vida kırılması riskini azalttığına ilişkin doğrudan klinik kanıt sağlamamaktadır.

Komplikasyonların önlenmesi ve takip

MBS mini vidasına bağlı komplikasyonların azaltılmasında yerleştirme öncesi anatomik değerlendirme, uygun vida seçimi ve kontrollü yerleştirme tekniği birlikte önem taşır. Yerleştirme sonrasında ise yalnızca vidanın mobilitesi değil, çevre yumuşak dokular, hastanın ağrı yakınması ve peri-implant inflamasyon da takip edilmelidir. Tedavi sırasında gelişen sorunlar vida boyutu, konumu, kuvvet sistemi ve hastaya ait faktörler birlikte değerlendirilerek ele alınmalıdır.

Mevcut literatür, MBS mini vidalarının yüksek klinik başarı gösterebildiğini ortaya koymakla birlikte komplikasyonların tamamen ortadan kalkmadığını göstermektedir. Ayrıca komplikasyonlara ilişkin kanıtların bir bölümü MBS'ye özgü olmayan mini vida çalışmalarından elde edilmektedir. Bu nedenle genel mini vida komplikasyonları ile doğrudan MBS üzerinde gösterilmiş komplikasyonların birbirinden ayrılarak yorumlanması klinik açıdan önemlidir (Chang et al., 2015; Sarul et al., 2022; Lo Giudice et al., 2021).

Mevcut Kanıtların Sınırlılıkları

MBS mini vidalarına ilişkin literatür son yıllarda genişlemiş olmakla birlikte, mevcut kanıtların önemli bir bölümü anatomik CBCT çalışmaları, sonlu elemanlar analizleri ve sınırlı sayıda hastayı içeren klinik çalışmalardan oluşmaktadır. Anatomik araştırmalarda kullanılan referans noktaları, vertikal ölçüm seviyeleri ve vida trajektuarlarının tanımlanması çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Ayrıca incelenen popülasyonların sagittal ve vertikal iskeletsel özellikleri de homojen değildir. Bu metodolojik farklılıklar, farklı çalışmalarda bildirilen anatomik ölçümlerin doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir (Elshebiny et al., 2018; Aleluia et al., 2021; Campoy et al., 2025).

Biyomekanik açıdan önemli bilgiler sağlayan sonlu elemanlar analizlerinin de klinik karşılığı dikkatle yorumlanmalıdır. Bu çalışmalarda kuvvetin yönü, ankraj noktasının konumu ve power arm yüksekliği değiştirilerek total ark distalizasyonu sırasında ortaya çıkabilecek hareket eğilimleri incelenebilmektedir. Bununla birlikte periodontal ligament, alveoler kemik ve ortodontik materyaller matematiksel modeller üzerinden temsil edildiğinden, belirli bir modelde elde edilen ideal açı veya kuvvet uygulama seviyesinin

doğrudan klinik protokole dönüştürülmesi uygun değildir (Chae et al., 2019; Kim et al., 2019; Priya et al., 2024).

Klinik kanıtlar açısından da benzer bir sınırlılık söz konusudur. MBS mini vidalarının başarısına ilişkin geniş örneklemli veriler bulunmasına rağmen, farklı vida boyutlarını veya yerleştirme yöntemlerini karşılaştıran prospektif çalışmaların sayısı azdır. Sarul ve arkadaşlarının (2022) çalışması vida boyutunun stabilite üzerindeki etkisine ilişkin prospektif veri sağlarken, predrilling ve self-drilling yöntemlerini karşılaştıran Ummat ve arkadaşlarının (2024) çalışması yalnızca yedi hastayı içermektedir. MBS mini vidalarının bazı klinik uygulamalarına ilişkin kanıtlar ise büyük ölçüde vaka raporlarına dayanmaktadır. Bu durum özellikle total ark distalizasyonunun miktarı, periodontal etkileri ve uzun dönem stabilitesi konusunda kesin klinik sınırların belirlenmesini güçleştirmektedir.

Hasta seçimi, vida boyutları, yerleştirme protokolü, kuvvet sistemi ve uzun dönem klinik sonuçlar açısından daha geniş örneklemli prospektif ve kontrollü çalışmalara gereksinim vardır.

Sonuç

MBS, köklerin lateralinde yer alan ekstra-alveoler konumu nedeniyle ortodontik iskeletsel ankraj için önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bununla birlikte MBS morfolojisinin bireyler arasında değişkenlik göstermesi, yerleştirme bölgesi ve vida trajektuarının hastaya özgü değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

MBS mini vidaları, özellikle mandibular total ark distalizasyonu gibi geniş kapsamlı diş hareketlerinde iskeletsel ankraj sağlayabilmektedir. Elde edilen diş hareketinin niteliği yalnızca ankrajın stabilitesine değil; kuvvetin etki çizgisine, mandibular dentisyonun direnç merkeziyle ilişkisine ve kuvvetin ark üzerine uygulandığı seviyeye de bağlıdır. Bu nedenle tedavi planlamasında sagittal distalizasyon miktarıyla birlikte kesici torku, vertikal hareketler ve oklüzal düzlemde oluşabilecek değişiklikler de dikkate alınmalıdır.

Klinik başarı açısından uygun vida boyutunun seçimi, yerleştirme tekniği ve peri-implant dokuların takibi önem taşımaktadır. MBS mini vidalarıyla yüksek başarı oranları bildirilmiş olmakla birlikte; stabilite kaybı, ağrı ve yumuşak doku inflamasyonu gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Anatomik komşulukların ve hastaya ait özelliklerin değerlendirilmesi, komplikasyon riskinin azaltılmasının temel bileşenlerinden biridir.

Sonuç olarak MBS mini vidaları, uygun olgularda mandibular dentisyonun kontrollü hareketi için kullanılabilecek bir iskeletsel ankraj seçeneğidir. Bununla birlikte mevcut literatürde anatomik ve biyomekanik çalışmaların klinik çalışmalara göre daha fazla olması, bazı uygulamalara ilişkin kesin protokollerin oluşturulmasını sınırlandırmaktadır. Gelecekte yapılacak prospektif kontrollü

Çalışmaların, MBS mini vidalarının uygun yerleştirme ve yükleme protokollerinin yanı sıra uzun dönem tedavi sonuçlarının belirlenmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Kaynaklar

- Aleluia, R. B., Duplat, C. B., Crusoé-Rebello, I., & Neves, F. S. (2021). Assessment of the mandibular buccal shelf for orthodontic anchorage: Influence of side, gender and skeletal patterns. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 24(Suppl. 1), 83–91. doi:10.1111/ocr.12463
- Almeida, M. R. (2024). Current status of the biomechanics of extra-alveolar miniscrews. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 13(1), 25–37. doi:10.1016/j.ejwf.2023.12.002
- Camcı, H., Doruk, C., & Talay, B. (2017). Treatment of midline deviation with miniscrews: A case report. *Turkish Journal of Orthodontics*, 30(2), 56–60. doi:10.5152/TurkJOrthod.2017.17012
- Campoy, M. D., Chiquillo-Enguix, S., García-Sanz, V., Pérez-Varela, J. C., Camañes-Gonzalvo, S., & Paredes-Gallardo, V. (2025). Is the mandibular buccal shelf anatomy related to craniofacial morphology? A cross-sectional CBCT study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 30(1), e135–e140. doi:10.4317/medoral.26897
- Chae, J.-M., Park, J. H., Kojima, Y., Tai, K., Kook, Y.-A., & Kyung, H.-M. (2019). Biomechanical analysis for total distalization of the mandibular dentition: A finite element study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 155(3), 388–397. doi:10.1016/j.ajodo.2018.05.014
- Chang, C., Liu, S. S. Y., & Roberts, W. E. (2015). Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *The Angle Orthodontist*, 85(6), 905–910. doi:10.2319/092714.695.1
- Chou, Y.-Y., Chan, C.-H., Chang, Y.-J., Lin, S.-S., Cheng, C.-F., & Wu, T.-J. (2024). The three-dimensional investigation of the radiographic boundary of mandibular full-arch distalization in different facial patterns. *Journal of Personalized Medicine*, 14(11), 1071. doi:10.3390/jpm14111071
- De Julián-López, C., Barrera-Mora, J. M., Palanco-Cárdenas, A., Pastor-Dorado, F., Flores-Mir, C., & Espinar-Escalona, E. (2026). Morphological characterization of extra-alveolar anchorage sites for orthodontic anchorage through miniscrews: A scoping review. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 15(4), 327–338. doi:10.1016/j.ejwf.2026.05.001
- Elshebiny, T., Palomo, J. M., & Baumgaertel, S. (2018). Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(4), 505–511. doi:10.1016/j.ajodo.2017.08.014
- Escobar-Correa, N., Ramírez-Bustamante, M. A., Sánchez-Uribe, L. A., Upegui-Zea, J. C., Vergara-Villarreal, P., & Ramírez-Ossa, D. M. (2021). Evaluation of mandibular buccal shelf characteristics in the Colombian population: A cone-

- beam computed tomography study. *The Korean Journal of Orthodontics*, 51(1), 23–31. doi:10.4041/kjod.2021.51.1.23
- Feliciano, J., Pereira, P. M., Proença, L., Borga, J., & Bugaighis, I. (2025). 3D assessment of the relationship of the mandibular buccal shelf with the mandibular canal: A CBCT retrospective study. *Turkish Journal of Orthodontics*, 38(4), 199–205. doi:10.4274/TurkJOrthod.2025.2025.37
- Flores-Villamarín, E. P., Aguirre-Balseca, M., Vaca-Zapata, M. E., Freitas, K. M. S., & Miranda, E. (2026). Anatomical variations of the mandibular buccal shelf according to sex, facial biotype, and root reference: A CBCT study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 18(1), e41–e49. doi:10.4317/jced.63384
- Khosravi, S., Jahanshad, H., Moafi, M., Shahmohamadi, M., & Kachoei, M. (2025). Miniscrew placement on mandibular buccal shelf and infra-zygomatic crest area: A finite element analysis. *Journal of Advanced Periodontology & Implant Dentistry*, 17(4), 205–215. doi:10.34172/japid.025.3687
- Kim, S.-H., Cha, K.-S., Lee, J.-W., & Lee, S.-M. (2021). Mandibular skeletal posterior anatomic limit for molar distalization in patients with Class III malocclusion with different vertical facial patterns. *The Korean Journal of Orthodontics*, 51(4), 250–259. doi:10.4041/kjod.2021.51.4.250
- Kim, Y. B., Bayome, M., Park, J. H., Lim, H. J., Mo, S.-S., Lee, N. K., & Kook, Y.-A. (2019). Displacement of mandibular dentition during total arch distalization according to locations and types of TSADs: 3D finite element analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 22(1), 46–52. doi:10.1111/ocr.12256
- Lo Giudice, A., Rustico, L., Longo, M., Oteri, G., Papadopoulos, M. A., & Nucera, R. (2021). Complications reported with the use of orthodontic miniscrews: A systematic review. *The Korean Journal of Orthodontics*, 51(3), 199–216. doi:10.4041/kjod.2021.51.3.199
- Nguyen, V. A., Ha, T. M. A., Hoang, V., & Marya, A. (2026). Torque control in camouflage treatment of a borderline adult skeletal class III malocclusion with en-masse mandibular distalization using buccal-shelf miniscrews: A case report. *Medicine*, 105(27), e49613. doi:10.1097/MD.00000000000049613
- Palone, M., Esposito, G., Preite, C., Maino, G. B., Cremonini, F., Brucculeri, L., Arveda, N., & Lombardo, L. (2026). CBCT-based simulation of mandibular buccal shelf miniscrew insertion: Influence of angulation, facial pattern, sex and side on simulated miniscrew trajectory length: A retrospective study. *International Orthodontics*, 24(3S), 101173. doi:10.1016/j.ortho.2026.101173

- Parinyachaiphun, S., Petdachai, S., & Chuenchompoonut, V. (2018). Considerations for placement of mandibular buccal shelf orthodontic anchoring screw in Class III hyperdivergent and normodivergent subjects—A cone beam computed tomography study. *Orthodontic Waves*, 77(1), 44–56. doi:10.1016/j.odw.2018.01.001
- Priya, P., Jain, A. K., Prasad, R. R., Singh, S., Kumar, A., & Kumari, P. (2024). Displacement and stress distribution pattern during complete mandibular arch distalization using buccal shelf bone screws—A three-dimensional finite element study. *Journal of Orthodontic Science*, 13, 9. doi:10.4103/jos.jos_82_23
- Sarul, M., Lis, J., Park, H.-S., & Rumin, K. (2022). Evidence-based selection of orthodontic miniscrews, increasing their success rate in the mandibular buccal shelf: A randomized, prospective clinical trial. *BMC Oral Health*, 22, 414. doi:10.1186/s12903-022-02460-3
- Tsai, C.-Y., Lin, S.-S., Lee, Y.-H., Sun, L.-T., Chang, Y.-J., & Wu, T.-J. (2017). Non-surgical treatment of an adult Class III malocclusion patient with facial asymmetry by unilateral mandibular arch distalization. *Taiwanese Journal of Orthodontics*, 29(2), Article 4. doi:10.30036/TJO.201706_29(2).0004
- Ummat, A., Shetty, S., Desai, A., Nambiar, S., & Natarajan, S. (2024). Comparative assessment of the stability of buccal shelf mini-screws with and without pre-drilling—A split-mouth, randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*, 28(10), 567. doi:10.1007/s00784-024-05925-7

BÖLÜM 2

**Tek Yumurta İkizlerinde .
Damon Ultima Sistemi Kullanılarak
Uygulanan Çekimsiz Ortodontik Tedavi:
Olgu Sunumu**

***Mevlûde Yüce Polat¹
Başak Akdağ²
Sultan Bozdoğan Aydın³***

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Şanlıurfa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9466-8447>

² Arş. Gör. Dt., Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Şanlıurfa, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7804-938>

³ Arş. Gör. Dt., Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Şanlıurfa, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7804-9389>

1. GİRİŞ

Braketler, ortodontik kuvvetlerin dişlere iletimini sağlayan malzemelerdir. Konvansiyonel braketlerde; ark telleri braketlere ligatürler ile bağlanmaktadır. Bu durum braket ve ark teli arasındaki sürtünme kuvvetlerinin fazla olmasına neden olur. Oluşan sürtünme kuvveti, diş hareketlerinin gerçekleşmesi için gerekli optimal kuvvetin sağlanmasında engel oluşturur. Çünkü uygulanan ortodontik kuvvetin yaklaşık %50'si sürtünmenin aşılması için harcanır (Prettyman ve ark., 2012). Konvansiyonel braketlerin bahsedilen dezavantajı nedeniyle, pasif kapaklı braket sistemleri geliştirilmiştir. Kapaklı braket sistemlerinde ark teli, braket slotu içinde dikey olarak açılan kapaklarla tutulur (Nabhan ve ark., 2016).

Konvansiyonel braketler ile kıyaslandığında kapaklı braket sistemlerinde oluşan sürtünme kuvveti daha azdır. Azalan sürtünme kuvveti ile ark telleri slot içerisinde daha serbest hareket eder. Bu durum arkların pasif olarak ekspansiyonunu ve mevcut çapraşıklığın posterior ekspansiyon ile çözülmesini sağlar. Oluşan posterior ekspansiyon ile interkanin ve intermolar mesafeler artar. Ark telleri posterior yönde kayarak keser dişlerin protrüzyonunu azaltır. Bu gerekçeler ile orta dereceli yer darlığı bulunan vakalarda, çapraşıklığı çözmek amacıyla yapılan çekimin profil üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği durumlarda kapaklı braket sistemleri önemli bir avantaj sağlayabilir (Damon, 2004).

Damon sistemi, günümüzde kullanılan en popüler kapaklı braket sistemlerinden biridir (Ormco Corporation., Glendora, Kaliforniya, ABD). Bu sistem, Dwight Damon tarafından 1996 yılında tanıtılmıştır (Damon, 2004). Zamanla geliştirilmiştir. En güncel Damon sistemi, Damon Ultima'dır (Mohsen, 2023). Yapılan gelişmelere rağmen Damon sistemin temel prensibi straight-wire tekniği ile, kapaklı braketlerle birlikte bakır nikel-titanyum (CuNiTi) tellerin kullanımıdır (Damon, 2004). Bu sistem, diğer kapaklı braket sistemleri gibi arkı ekspanse etme kapasitesine sahiptir. Sağladığı ekspansiyon dişleri alveol kemik içerisinde ideal noktalarda tutmayı hedefler (Lima ve ark., 2020). Dişleri hareket ettirecek optimal kuvvetler uygulandığında, posterior bölgede dil basıncıyla genişleme meydana gelirken, anterior bölgede keser dişlerin protrüzyonu dudakların durdurucu etkisiyle sınırlandırılır (Bagden, 2005; Kumar ve ark., 2018). Ayrıca azalan sürtünme kuvveti ve ligatürleme işleminin ortadan kalmasıyla seviyeleme ve hizalama sürelerinde kısalma, hasta başında geçirilen sürede kısalma, plak akümüülasyonunun azalmasıyla oral hijyen sağlayabilmede kolaylık ve daha kısa aktif tedavi süresi sağlanmaktadır (Mohsen, 2023; Prettyman ve ark., 2012).

Damon Ultima sistemi, konvansiyonel braketler ve diğer kapaklı braket sistemlerine kıyasla hızlı, hassas kontrol ve hassas bitim (finishing) sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistem yukarıda bahsedilen diğer Damon sistemlerin

tüm avantajlarını da taşır (Mohsen, 2023; Muselmani, 2023). Şekil 1’de konvansiyonel braket ve ark teli, Şekil 2’de ise Damon Ultima sistemi gösterilmektedir.



Şekil 1. Konvansiyonel braket ve ark teli: braket slotu-ark teli arasındaki boşluğun fazla olması nedeniyle oluşan yetersiz kontrol (Muselmani, 2023).



Şekil 2. Damon Ultima sistem: rotasyon, angulasyon ve torkun hassas kontrolü için mevcut dört temas noktası (Muselmani, 2023).

Diğer Damon sistemlerinde olduğu gibi Damon Ultima sisteminde de özel yuvarlatılmış dikdörtgen ark telleri kullanılmaktadır. Bu özel tel şekil 3’te gösterilmektedir. Bu teller rotasyon kontrollerinin erken sağlanmasına yol açar. Braket değerlerinin tork/angulasyon iletimi ise .018 x .0275 CuNiTi tellerin kullanımı ile hafif kuvvetler eşliğinde sağlanır (Mohsen, 2023; Muselmani, 2023). Şekil 4’te Damon Ultima sisteminde tedavi başlangıcından aktif tedavi bitim fazına kadar tipik tel ilerleyişi gösterilmektedir. Şekil 5 ve 6’da ise sırasıyla Damon Ultima sisteminde slot kapak tasarımı ve Damon Ultima sistemin braket slotu gösterilmektedir.



Şekil 3. Damon Ultima sistemde özel yuvarlatılmış dikdörtgen ark teli (Muselmani, 2023).



Şekil 4. Damon Ultima sistemde tedavi başlangıcından aktif tedavi bitim fazına kadar tipik tel ilerleyişi (yuvarlak ark teli ve Damon Ultima kenarları yuvarlatılmış dikdörtgen ark telleri) (Ormco, n.d.).



Şekil 5. Damon Ultima Sistemde slot kapak tasarımı (Ormco, n.d.).



Şekil 6. Damon Ultima sistemin braket slotu (Ormco, n.d.).

Bu olgu sunumunun amacı; her iki arkta da orta derecede çapraşıklık ve artmış overjet ile karakterize Angle Sınıf I maloklüzyona sahip adolesan tek yumurta ikizi olan iki hastanın ortodontik tedavi süreçlerini sunmaktır. İkizlerin sınırda (borderline) vakalar olması, tedavi süresinin mümkün olduğunca kısa sürmesini istemeleri ve mevcut çapraşıklıkçı çözmek amacıyla yapılacak diş çekimleri konusundaki endişeleri nedeniyle olgular için diş çekimi yapılmaksızın bir tedavi planı tasarlanmıştır. Bu doğrultuda olgular kapaklı bir braket sistemi olan Damon Ultima sistemi eşliğinde iki ayrı diş hekimi tarafından eş zamanlı olarak tedavi edilmiştir.

2. OLGU SUNUMU

10 yaşında, pubertal dönemdeki tek yumurta ikizi kadın hastalar; çapraşık dişler şikâyeti ile ortodonti kliniğine başvurmuştur. Bu doğrultuda Olgu 1 ve Olgu 2, tek yumurta ikizi olan kardeşlerden oluşmaktadır. Olgu 1, tek yumurta ikizi kardeşlerden biri olarak sunulmuş olup, Olgu 2 diğer kardeşi temsil etmektedir.

2.1 Tanı

Vakaların tek yumurta ikizi olması nedeniyle yapılan muayene sonuçları çok benzerdir ve şu şekildedir. Ekstraoral muayenede baş yapıları hiperdiverjan olarak değerlendirilmiştir. Profil konveks olup, nazolabial açı azalmıştır ve dudaklar ileridedir. Şekil 7 ve Şekil 8’de Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi öncesi alınan ekstraoral fotoğrafları gösterilmektedir.



Şekil 7. Olgu 1 tedavi öncesi alınan ekstraoral fotoğraflar



Şekil 8. Olgu 2 tedavi öncesi alınan ekstraoral fotoğraflar

İntraoral muayenede, bilateral Sınıf I molar ilişki ve Sınıf II kanin ilişkisi saptanmıştır. Her iki arkta da orta derecede anterior çapraşıklık vardır. 17 ve 27 numaralı dişler henüz sürmemiştir. Şekil 9 ve Şekil 10’da Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi öncesi alınan intraoral fotoğrafları gösterilmektedir.

Olgu 1 için; 37 ve 47 numaralı dişler yarı retantiftir.

Olgu 2 için; 37 numaralı diş sürmüştür. 47 numaralı dişin kronunun mezyal bölgesi ağız içerisinde görülmeye başlamıştır.

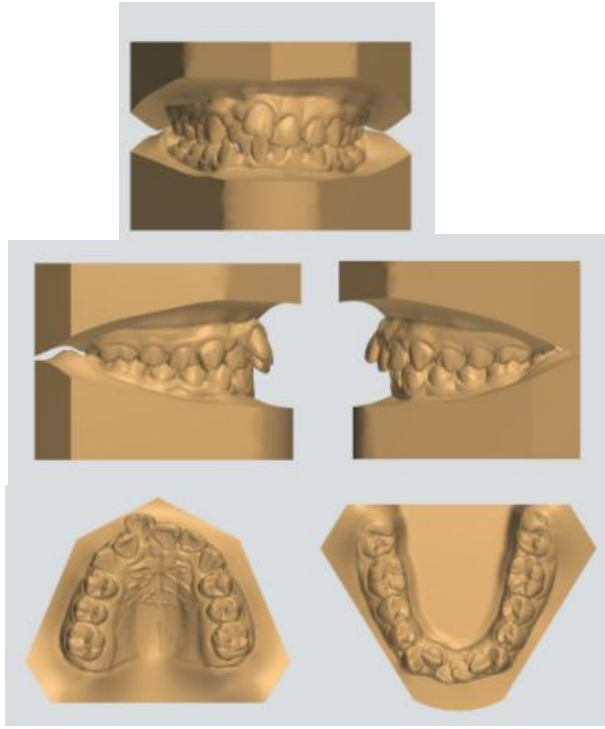


Şekil 9. Olgu 1 tedavi öncesi alınan intraoral fotoğraflar

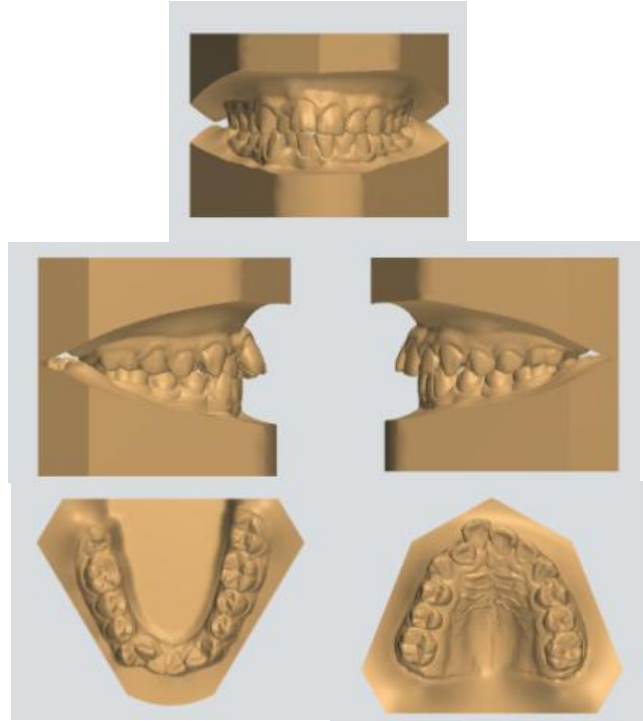


Şekil 10. Olgu 2 tedavi öncesi alınan intraoral fotoğraflar

Model analizi şu şekilde yapılmıştır: Vakaların dijital ölçüleri, 3Shape TRIOS 5 (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) intraoral tarayıcı kullanılarak alındı. Dijital modeller, 3Shape OrthoAnalyzer (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) yazılımında değerlendirilerek dişlerin meziodistal genişlikleri, overjet, overbite, ark uzunluğu, interkanin ve intermolar mesafeleri, yer darlığı analizleri yapıldı. Şekil 11 ve Şekil 12’de Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi öncesi alınan dijital ölçülerinin 3Shape OrthoAnalyzer programıyla oluşturulan 3 boyutlu modelleri gösterilmektedir.



Şekil 11. Olgu 1 tedavi öncesi alınan dijital ölçünün 3 boyutlu modeli



Şekil 12. Olgu 2 tedavi öncesi alınan dijital ölçünün 3 boyutlu modeli

Model Analizine göre:

Olgu 1 için: üst arkta 4.3 mm, alt arkta ise 6.5 mm yer darlığı mevcuttur. Overjet 11 numara için 6.7 mm, 21 numara için 4.0 mm'dir. İnterkanin mesafe üst arkta 34.4 mm, alt arkta ise 24.6 mm'dir. İntermolar mesafe ise üst arkta 43.75 mm, alt arkta ise 34.1 mm'dir.

Olgu 2 için: üst arkta 4.55 mm, alt arkta ise 5.3 mm yer darlığı mevcuttur. Overjet 11 numara için 6.35 mm, 21 numara için 4.4 mm'dir. İnterkanin mesafe üst arkta 33.65 mm, alt arkta ise 25.3 mm'dir. İntermolar mesafe ise üst arkta 44.5 mm, alt arkta ise 33.85 mm'dir.

2.2 Radyografik Bulgular

Tedavi öncesi alınan panoramik radyografiler (Şekil 13 ve Şekil 14), her iki hastanın da 18 numara harici tüm daimî dişlerine sahip olduğunu göstermiştir.



Şekil 13. Olgu 1 tedavi öncesi alınan panoramik radyografi



Şekil 14. Olgu 2 tedavi öncesi alınan panoramik radyografi

Sefalometrik analizler, NemoCeph 3D (Nemotec, Madrid, Spain) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Şekil 15 ve Şekil 16'da tedavi öncesi alınan lateral sefalometrik radyografiler gösterilmektedir.



Şekil 15. Olgu 1 tedavi öncesi alınan lateral sefalometrik radyografi



Şekil 16. Olgu 2 tedavi öncesi alınan lateral sefalometrik radyografi

Tedavi öncesi alınan sefalometrik radyografiler ile yapılan analizlerde (Şekil 17,18 ve Tablo 1) her iki olgu için de benzer değerler şu şekildedir:

SNA ve SNB açısı düşüktür. Maksilla ve mandibula retrognatiktir.

ANB(°) normaldir. İskeletsel Sınıf I ilişki vardır.

UI-PP(°) ve U1-NA (mm) artmıştır. Üst kesici dişlerin eğimleri artmıştır ve A noktasına göre normalden ileridedir.

IMPA(°) ve L1-NB (°) normal değere yakındır. Alt kesici dişlerin eğimleri normal değere yapındır.

L1-NB (mm) normal sınırlardadır. Alt kesici dişler A noktasına göre ideal pozisyonudadır.

Overjet artmıştır.

Nazolabial açısı azalmıştır.

UL-E plane (mm) ve LL-E plane (mm) artmıştır. Üst e alt dudak sagital Ricketts'in Estetik düzlemine (E) göre ileridedir.

Olguların benzerliklerine rağmen, belirgin farklılıklar da gözlenmiştir ve şu şekildedir:

Olgu 1: Konveksivite, U1-NA (°) ve overbite normal değerdedir. GOGN-SN(°) artmıştır (hiperdiverjan büyüme modeli). İnterinsizal açı normal sınırlardadır.

Olgu 2: Konveksivite ve U1-NA (°) artmıştır. Overbite azalmıştır. GOGN-SN(°) normaldir. İnterinsizal açı azalmıştır.



Şekil 17. Olgu 1 tedavi öncesi alınan lateral sefalometrik radyografi üzerinden elde edilen sefalometrik çizim



Şekil 18. Olgu 2 tedavi öncesi alınan lateral sefalometrik radyografi üzerinden elde edilen sefalometrik çizim

2.3 Tedavi Amaçları

Her iki olgu için tedavi hedefleri temel olarak aynıydı. Temel hedefler şu şekildeydi:

Her iki çenedeki anterior bölgedeki çapraşıklığın çözülmesi, üst kesici açılarının düşürülmesi, alt kesici açısının ideal değerde korunması, interinsizal açının artırılması, overjetin azaltılması, nazolabial açının artırılması, fonksiyonel ve stabil bir oklüzyonun elde edilmesi, ideal overbite ve overjet sağlanması, Sınıf I molar ilişkisinin korunması ve Sınıf I Kanin ilişkisinin sağlanması.

2.4 Tedavi Planı

Olguların tedavi planlarını oluştururken önce her iki vakaya ait klinik ve radyolojik veriler detaylı şekilde analiz edilmiştir ve olası tedavi seçenekleri sistematik olarak değerlendirilmiştir. Her iki arka anterior bölgedeki orta dereceli çapraşıklık, çapraşıklığın çözülmesi amacıyla premolar dış çekimli bir tedavi yapılması konusunda değerlendirildi. Ancak olguların tedavi süresinin mümkün olduğunca kısa sürmesini istemeleri ve mevcut çapraşıklığı çözmek amacıyla yapılacak dış çekimleri konusundaki endişeleri sebebiyle olgular için Damon Ultima sistemi kullanılarak dış çekimi olmaksızın sabit tedavi planlandı.

2.5 Tedavi Süreci

Tedavi Olgusu 1 ve Olgusu 2 için iki ayrı dış hekimisi tarafından yapıldı. Vakaların tedavi seansları aynı güne randevulandırıldı. Dış hekimleri tedavi süreleri boyunca tedavi süreçleri ile ilgili bilgi alışverişinde bulunmadı. Dış hekimleri tedavi seanslarında yaptıkları işlemleri kayıt altına aldılar ve aktif tedavi bitiminde vakaların tedavi süreçleri karşılaştırıldılar.

Yapılan karşılaştırma sonucunda aktif tedavi süreci şu şekildedir.

Kullanılan sistem: 0.022 inç slotlu, Damon Ultima sistemi kullanılmıştır.

Tedavi öncesinde keser açıları normal sınırlarda olduğundan ve tedavi sırasında kullanılan mekaniklerin dış eğimlerini olumsuz etkilemeyeceği öngörülerek standart tork braketleri kullanıldı.

Ek prosedür: Çapraşıklıklar çözülürken alt anterior bölgede interproksimal aşındırma (IPR) uygulanarak üst keser dişlerin protrüzyonu azaltılmıştır ve alt keser dişlerin eğimleri ideal sınırlarda korunmuştur.

Her iki vakaya da tedavinin ilk seansında üst arka Damon Ultima sistemi braketlerinin bonding işlemi ile başlandı ve dişlerin seviyelenmesi ile hizalanması amacıyla .014” CuNiTi ark teli takıldı.

Her iki vakada da ikinci seans (tedavinin 1. ayı) alt arka Damon Ultima sistemi braketlerinin bonding işlemi yapıldı. Ve .014” CuNiTi ark teli takıldı. Üst ark teli değiştirilmedi. Bu seansta Olgusu 1 için ek olarak 41 ve 43 numara arasına

opencoil yerleştirildi ve 42 numara uzaktan bağlandı. Olgu II için ise 42 numara bağlanmadı.

Her iki vakada da üçüncü seans (tedavinin 2. ayı) her iki çenede de .018'' CuNiTi ark teli takıldı. Olgu I için alt keser dişlere IPR yapıldı. Mevcut opencoil aktiflendi ve 42 numara uzaktan bağlandı. Olgu 2 için ise 41 ve 43 numara arasına opencoil yerleştirildi ve 42 numara uzaktan bağlandı.

Dördüncü seans (tedavinin 3. ayı) Olgu I için 42 numara tam bağlandı ve alt çenede .014'' CuNiTi ark teli takıldı. Üst ark teli değiştirilmedi. Olgu II için ise 31 ve 41 numara hasta tarafından debond olduğundan tekrar bondlandı. Alt keser dişlere IPR yapıldı. 42 numara arka dahil edildi. Ark telleri değiştirilmedi.

Her iki olgu için de beşinci seans (tedavinin 4. ayı) üst ark teli değiştirilmedi ve alt çenede .018'' CuNiTi ark teli takıldı.

Her iki olgu için de altıncı seans (tedavinin 5. ayı) her iki olgu için de alt keser dişlere IPR yapıldı. Her iki çenede .014 x .0275'' CuNiTi ark teli takıldı.

Yedinci seans (tedavinin 6. ayı) Olgu I için ark telleri değiştirilmedi. Olgu II için 32 ve 33 numara hasta tarafından debond olduğundan tekrar bondlandı. Üst ark teli değiştirilmedi. Alt çenede .018'' CuNiTi ark teli takıldı.

Sekizinci seans (tedavinin 7. ayı) her iki olgu için de her iki çenede .018 x .0275'' CuNiTi ark teli takıldı.

Dokuzuncu seans (tedavinin 8. ayı) Olgu I için her iki çeneye de .018 X .0275 Paslanmaz Çelik (SS) ark teli takıldı. Olgu II için üst çenede .018 x .0275'' Paslanmaz Çelik (SS) ark teli takıldı. Alt çenede ise 0.018x.0.275'' CuNiTi ark teli çalışmaya devam etti.

Onuncu seans (tedavinin 9. ayı) Olgu I için her iki arkta da aynı teller çalışmaya devam etti. Olgu II için üst çenede aynı tel çalışmaya devam etti alt çeneye de .018 x .0275'' Paslanmaz Çelik (SS) ark teli takıldı.

On birinci seans (tedavinin 10. Ayı) aktif tedavi tamamlandı. Aktif tedavi tamamlandıktan sonra braketler debond edilmiştir ve kazanılan dentoalveolar sonuçların stabilizasyonu amacıyla hastaya essix tipi şeffaf plak retainerlar uygulanmıştır. Retansiyonun ilk 6 ayı tam zamanlı kullanım önerilmiştir.

2.6 Tedavi Sonuçları

Bu olgularda, her iki çenede de mevcut olan orta derecede çapraşıklık, Damon Ultima sistemi kullanılarak başarıyla düzeltilmiştir. Her iki olgu için de ortak kazanımlar: iyi seviyelenmiş ve hizalanmış dişler, uyumlu tüberkül fossa ilişkisi, iyileştirilmiş gülüş estetiği, üst ve alt dental orta hatların yüz orta hattı ile uyumlu olması, ideal overjet ve overbite.

Aktif tedavinin bitmesinin ardından bitim kayıtları alındı (intraoral ve ekstraoral fotoğraflar, panoramik radyograf, lateral sefalometrik radyograf, dijital tarama). Alınan bitim kayıtları, başlangıç kayıtları ile karşılaştırıldı.

Şekil 19 ve Şekil 20’de Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi sonrası alınan ekstraoral fotoğrafları gösterilmektedir



Şekil 19. Olgu 1 tedavi sonrası alınan ekstraoral fotoğraflar



Şekil 20. Olgu 2 tedavi sonrası alınan ekstraoral fotoğraflar

Şekil 21 ve Şekil 22’de Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi sonrası alınan intraoral fotoğrafları gösterilmektedir.

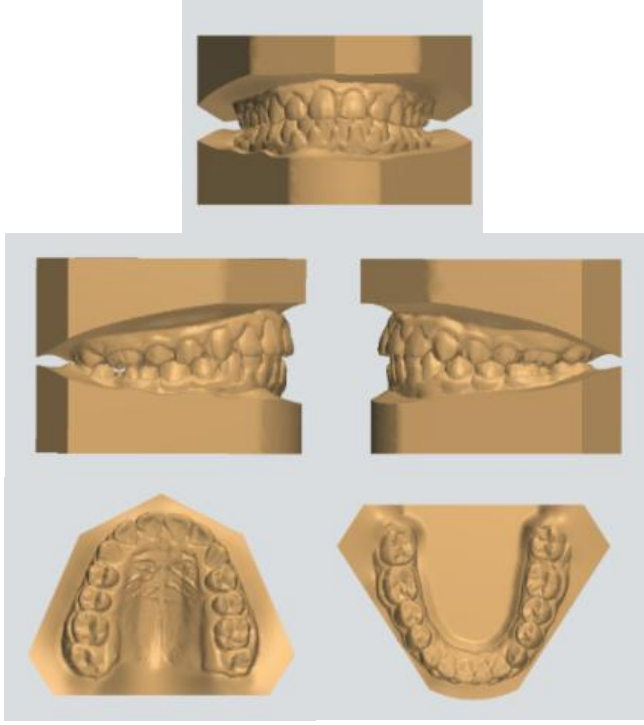


Şekil 21. Olgu 1 tedavi sonrası alınan intraoral fotoğraflar

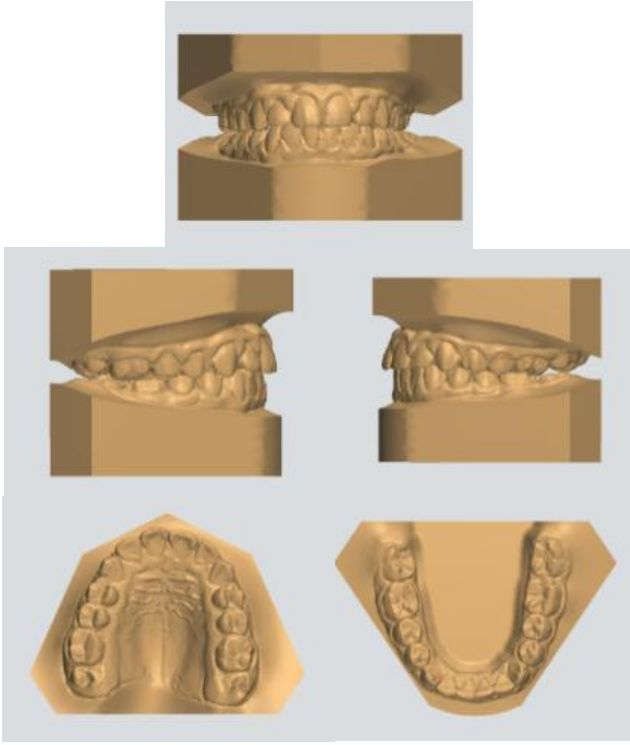


Şekil 22. Olgu 2 tedavi sonrası alınan intraoral fotoğraflar

Şekil 23 ve Şekil 24’te Olgu 1 ve Olgu 2’nin tedavi sonrası alınan dijital ölçülerinin 3Shape OrthoAnalyzer programıyla oluşturulan 3 boyutlu modelleri gösterilmektedir.



Şekil 23. Olgu 1 tedavi sonrası alınan dijital ölçünün 3 boyutlu modeli



Şekil 24. Olgu 2 tedavi sonrası alınan dijital ölçünün 3 boyutlu modeli

Tedavi sonrası ve öncesi alınan intraoral fotoğraflar ve dijital ölçülerden elde edilen 3 boyutlu modeller karşılaştırıldığında şu sonuçlar gözlenmiştir:

Her iki olgu için de yer darlığı problemi çözümlenmiştir. Sınıf I molar ve Sınıf I kanin ilişkisi elde edilmiştir.

Olgu 1 için: Overjet 2.75 mm, overbite 2.00 mm'ye düşmüştür. İnterkanin mesafe üst arkta 3.15 mm, alt arkta ise 3.4 mm artmıştır. İntermolar mesafe ise üst arkta 3.95 mm, alt arkta ise 5.85 mm artmıştır.

Olgu 2 için: Overjet 2.8 mm, overbite 1.8 mm'ye düşmüştür. İnterkanin mesafe üst arkta 3.65 mm, alt arkta ise 2.7 mm artmıştır. İntermolar mesafe ise üst arkta 3.2 mm, alt arkta ise 6.1 mm artmıştır.

Tedavi sonrası alınan panoramik radyografilerde (Şekil 25 ve Şekil 26), her iki olguda da 18 yaş diş jerminin de oluşmaya başladığı, çapraşıklıkların çözümlendiği gözlenmiştir. Herhangi bir kök rezorpsiyonu, marjinal kemik kaybı oluşmamıştır. Lateral dişler harici kök paralelliği sağlanmıştır.



Şekil 25. Olgu 1 tedavi sonrası alınan panoramik radyografi



Şekil 26. Olgu 2 tedavi sonrası alınan panoramik radyograf

Şekil 27 ve Şekil 28’de tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik radyografiler gösterilmektedir.



Şekil 27. Olgu 1 tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik radyografi



Şekil 28. Olgu 2 tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik radyografi

Tedavi sonrası alınan sefalometrik radyografiler ile yapılan analizler Şekil 29 ve Şekil 30'da gösterilmektedir. (Şekil 29,30 ve Tablo 1)



Şekil 29. Olgu 1 tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik radyografi üzerinden elde edilen sefalometrik çizim



Şekil 30. Olgu 2 tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik radyografi üzerinden elde edilen sefalometrik çizim

Tedavi öncesi ve aktif tedavi sonrası sefalometrik bulgular analiz edilmiştir ve Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. Olgu 1 ve Olgu 2 için tedavi öncesi (T0) ve aktif tedavi sonrası (T1) iskeletsel, dental ve yumuşak doku parametrelerindeki değişimler

Parametreler	Normal $\pm$ SS (Bishara, 1981; Legan ve Burstone, 1980; McNamara, 1984; Steiner, 1953)	Olgu 1		Olgu 2	
		T0	T1	T0	T1
İskeletsel					
SNA(°)	82 $\pm$ 2	75.6	78.2	79.1	78.7
SNB(°)	80 $\pm$ 2	72.6	74.5	77.2	76.2
ANB(°)	2 $\pm$ 2	3.1	3.7	1.9	2.5
Konveksite (°)	3 $\pm$ 3	3.0	3.9	4.3	2.5
GOGN-SN (°)	32 $\pm$ 5	40.0	40.0	36.6	39.9
Dental					
U1-PP (°)	110 $\pm$ 3	113.3	114.5	119.3	116.4
U1-NA (°)	22 $\pm$ 5	20.9	20.9	27.6	21.0
U1-NA (mm)	4 $\pm$ 3	4.8	5.3	6.8	5.6
IMPA (°)	90 $\pm$ 7	92.5	97	91.5	89.1
L1-NB (°)	25 $\pm$ 6	27.5	33.2	27.4	27.1
L1-NB (mm)	4 $\pm$ 2	4.1	6.7	4.2	4.9
İnterinsizal açı (°)	130 $\pm$ 6	128.6	122.1	123.0	129.3
Overjet (mm)	2,08	T0: 6.7 (11 numara) 4.00 (21 numara) T1: 2.75		T0: 6.35 (11 numara) 4.4 (21 numara) T1: 2.8	
Overbite (mm)	2,87	2.8	2.00	1.0	1.8

Yumuşak Doku					
Nazolabial açı (°)	108 ±6	90.8	98.8	85.2	91.7
UL-E plane (mm)	-6 ±2	2.56	-0.6	-0.8	0
LL-E plane (mm)	-2 ±2	3.0	1.4	0.9	1.3

SNA(°): Sella-Nasion-A Noktası arasındaki açı, **SNB(°):** Sella-Nasion-B Noktası arasındaki açı, **ANB(°):** A noktası-Nasion-B Noktası arasındaki açı, **Konveksite (°):** Nasion-A noktası-Pogonion arasındaki açı, **GOGN-SN(°):** Gonion-Gnathion düzlemi ve Sella-Nasion düzlemi arasındaki açı, **U1-PP(°):** Upper Incisor to Palatal Plane angle (Üst keser dişin uzun eksenini ile Palatal Düzlem arasındaki açı), **U1-NA(°):** Upper Incisor to Nasion-A point angle (Üst kesici-Nasion-A noktası açısı), **U1-NA (mm):** Upper Incisor to Nasion-A distance (Üst kesici-Nasion-A noktası mesafesi), **IMPA(°):** Incisor Mandibular Plane Angle (Alt kesici dişin uzun ekseninin mandibular düzlem ile yaptığı açı), **L1-NB (°):** Lower Incisor to Nasion-B point angle (Alt kesici-Nasion-B noktası açısı), **L1-NB (mm):** Lower Incisor to Nasion-B distance (Alt kesici-Nasion-B noktası mesafesi), **İnterinsizal Açı (°):** Üst ve alt kesici dişlerin uzun eksenleri arasındaki açı, **Overjet (mm):** Üst en ileri orta kesici dişin vestibül kenarı ile alt en ileri orta kesici dişin vestibül yüzeyi arasında kalan sagittal yöndeki mesafe, **Overbite (mm):** Üst ve alt en ileri orta kesici dişlerin kesici kenarları arasındaki vertikal yöndeki mesafe, **Nazolabial açı(°):** Pronasale–Subnasale–Labrale Superius noktaları arasındaki açı, **UL-E plane (mm):** Upper lip to Esthetic line (Üst dudağın sagittal düzlemdeki en ileri noktasının Ricketts’in Estetik düzlemine (E) olan dik mesafesi), **LL-E plane (mm):** Lower lip to Esthetic line (Alt dudağın sagittal düzlemdeki en ileri noktasının Ricketts’in Estetik düzlemine (E) olan dik mesafesi). SS: Standart sapma.

Olguların tedavi öncesi ve aktif tedavi sonrası alınan sefalometrik analiz sonuçlarına göre tedavi sonuçları şu şekildedir:

Her iki olgu için de SNA(°), SNA(°) ve nazolabial açı normal sınırlara yaklaşacak şekilde artmıştır. ANB (°) normal sınırlarda korunmuştur (İskeletsel Sınıf I). Konveksivite, U1-NA(mm), IMPA(°) normal sınırlarda korunmuştur. UL-E plane (mm) normal sınırlara yaklaşacak şekilde düşürülmüştür.

Yüzün vertikal yönelimi (hiperdiverjan) açısından anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Uygulanan tedavinin çekimsiz olmasına karşın, profil konveksliği, keser açıları normal sınırlarda korunmuş ve estetik açıdan tatmin edici bir profil sağlanmıştır.

Tedavi sonuçları olgular arası farklar ise şu şekildedir:

Olgu 1: U1-NA(°) normal sınırlarda korunmuştur. Tedavi başlangıcında normal sınırlarda olan L1-NB(°) ve L1-NB (mm) artmıştır. LL-E plane (mm) normal sınırlara yaklaşacak şekilde düşürülmüştür.

Olgu 2: Tedavi başlangıcında artmış olan U1-NA(°) normal sınırlara düşürülmüştür. L1-NB(°) ve L1-NB (mm) normal sınırlarda korunmuştur. Tedavi başlangıcında düşük olan interinsizal açı normal sınırlara yükseltilmiştir.

3. TARTIŞMA

Her iki arka da orta derecede çapraşıklık ve artmış overjet ile karakterize Sınıf I maloklüzyona klinikte sık rastlanmaktadır. Bu tür vakalarda genellikle önerilen tedavi planı, çapraşıklığı çözümlmek için her iki çenede de şiddetli interproksimal redüksiyon ya da premolar çekimidir. Yer darlığını çözmek için diş çekimi yapılmayan vakalarda ise, sıklıkla keser dişlerde protrüzyon oluşur ve posterior dişlerde bukkal yönde tipping meydana gelir. Konvansiyonel braketlerle kıyaslandığında kapaklı braket sistemlerinin kullanımının ortodontik mekaniklerin uygulanmasını kolaylaştırmak ve yer kazanmak amacıyla yapılan premolar çekimi ihtiyacını önemli ölçüde azalttığı; daha az keser diş protrüzyonu ve posterior dişlerde daha az bukkal tippinge neden olduğu bildirilmiştir (Birnie, 2008; Damon, 1998; Shamsi ve ark., 2019).

Damon sistemleri ile sağlanan posterior bölgedeki ekspansiyon, dilin daha yukarıda ve geride konumlanmasını sağlayarak yanak ve dudaklar arasında yeni ve doğal bir denge oluşturur. Oluşan yeni denge ile kazanılan yer aktif tedavi sonrası arkların stabilitesini sağlar. Elde edilen ekspansiyon etkisiyle ark uzunluğu artar, anterior dişlerin protrüze olma riski azalır (Birnie, 2008; Damon, 1998). Bagden tarafından yapılan bir çalışmada (Bagden, 2005), kapaklı braket sistemlerinde, premolar ve molarların bukkal yöndeki hareketi ile lateral yönde ekspansiyon sağlanarak arklardaki çapraşıklığın giderilmesi için yer kazanıldığı ifade edilmiştir.

Konvansiyonel braketlerde bonding sonrası ark telleri braketlere ligatürler ile bağlanır. Yapılan laboratuvar çalışmalarında, dişlerin hareketlerindeki hızın braket slotu ile ark teli arasında oluşan sürtünmeden etkilendiği gösterilmiştir (Prettyman ve ark., 2012; Nabhan, 2016). Yapılan in vitro çalışmalarda, kapaklı braket sistemlerinde konvansiyonel braketlere kıyasla daha az sürtünme olduğu ve bu nedenle elde edilecek diş hareketi için gerekli olan kuvvetin daha düşük olduğu gösterilmiştir. Azalan kuvvet periodontal bölgede yer alan damarların yapısını olumsuz etkilemeden fizyolojik diş hareketinin oluşmasını sağlar. Alveoler kemikteki remodeling potansiyeli artar. Sürtünme kuvveti düşük olduğu için diş hareketleri daha hızlıdır (Birnie, 2008; Damon, 1998; Shyamali ve Doshi, 2018; Simsek ve ark., 2026). Eberting ve arkadaşları ve Harradine tarafından yapılan çalışmalarda, kapaklı braket sistemlerinde tedavi süresinin konvansiyonel braket sistemlerine göre 4–6 ay daha kısa olduğu gösterilmiştir (Eberting ve ark., 2001; Harradine, 2001).

Damon Ultima sistemi bu makalede bahsedilen kapaklı braket sistemlerinin tüm avantajlarını taşır. Yapılan çalışmalarda Damon Ultima sistemi ile gerçekleştirilen tedavilerde aktif tedavi süresinin, konvansiyonel braketler ile gerçekleştirilen tedavilere oranla ortalama altı ay daha kısa olduğu gösterilmiştir (Mohsen, 2023). Sunulan olgularda tedavi sürelerinin 10 ay olması bu durumu desteklemektedir. Damon Ultima sisteminin, interkanin ve intermolar

mesafelerde geleneksel braket sistemlerine göre daha büyük artışlara yol açtığı yapılan bir çalışmada kanıtlanmıştır (Simsek ve ark., 2026). Sunulan olgularda, her iki çenede anterior bölgedeki çapraşıklığın tedavisinde yer kazanımı amacıyla keser dişlerin protrüzyonundan ziyade Damon Ultima sistemin ekspansiyon etkisinden yararlanılmıştır. Tedavi öncesi ve aktif tedavi sonrası alınan sefalometrik radyografların analizleri karşılaştırıldığında U1-NA(°)'nın normal sınırlara gelmesi, IMPA(°)'nın normal sınırlarda korunması, nazolabial açı ve UL-E plane (mm)'in normal sınırlara yaklaşacak şekilde düşmesi bu bulguyu desteklemektedir. Yine tedavi öncesi ve aktif tedavi sonrası dijital taramalar üzerinden yapılan model analizlerinde her iki olgu için de overjetin ideal sınırlara düşürülmesi, interkanin ve intermolar mesafelerde artışın gözlenmesi bu bulguyu desteklemektedir.

Tek yumurta ikizleri güçlü bir genetik mirası paylaşırlar. Bu gerekçe ile benzer iskeletsel ve yumuşak doku özelliklerine sahiplerdir (Chhibber ve ark., 2015). Ayrıca tek yumurta ikizlerinin ortodontik tedaviye benzer biyolojik tepki verecekleri varsayılır. Ancak ortodontik tedavi sürecinde tedavi seyri ve aktif tedavi süresi sadece genetik yükten etkilenmez. Aynı zamanda çevresel faktörler de tedavi seyri, aktif tedavi süresi ve sonuçlarını etkileyecektir. Literatürde benzer maloklüzyona sahip tek yumurta ikizlerinde Damon Ultima sistemi ile tedavi edilmiş olgu sunumu bulunmamaktadır.

Bu makalede sunulan tek yumurta ikizi kardeşler iki ayrı diş hekimi tarafından eş zamanlı olarak tedavi edilmiştir. Vakaların tedavi seansları aynı güne randevulandırılmıştır. Tedavilerin farklı diş hekimleri tarafından yapılması tedavi sürecini etkileyebilecek çevresel bir faktördür. Diş hekimleri tedavi süresi boyunca tedavi süreçleri ile ilgili bilgi alışverişinde bulunmamıştır ve tedavi seanslarında yaptıkları işlemleri kayıt altına almışlardır. Alınan kayıtlar, aktif tedavi bitiminde karşılaştırılmıştır.

Olgu 2'nin alt çene çapraşıklığı Olgu 1'e göre 1.2 mm daha azdır. Ancak her iki olguda da aktif tedavi 10 ayda tamamlanmıştır. Çapraşıklığın daha hafif olduğu vakalarda tedavi süresinin daha kısa olması beklenir. Ancak olgularımızda tedaviyi uygulayan hekim farklılığına ek olarak Olgu 2'nin kooperasyon eksikliği nedeniyle braketlerde oluşturduğu debondingler sonucunda tedavi süresinin uzadığı sonucuna varılmıştır.

4. SONUÇ

Başarılı bir ortodontik tedavinin anahtarı; doğru tanı, hastaların beklentilerine uygun olacak şekilde doğru tedavi sistemi seçimi ve aktif tedavi planlamasıdır. Sunulan vaka raporları, bir kapaklı braket sistemi olan Damon Ultima ile aynı genetik yapıda ve benzer maloklüzyonda olan tek yumurta ikizlerinin tedavilerini anlatmaktadır. Sunulan olguların genetik yapıları aynı olsa da hekim seçimi ve hasta için çevresel faktörler tedavi seyrini etkilemiştir. Ancak planlanan tedavi sonuçlarına ulaşmada kullanılan sistemin başarısının daha ön planda olduğu

gözlenmiştir. Her iki olguda da ortodontik olarak ideale yakın sonuçlar sağlanmış, dental ve yüz estetiğinde önemli gelişmeler elde edilmiştir. Orta dereceli çapraşıklık vakalarında, şiddetli interproksimal redüksiyonlardan ve/veya diş çekimlerinden kaçınmak için Damon Ultima gibi kapaklı braket sistemleri tercih edilebilir.

Bilgilendirilmiş Onam

Hastalar ve ebeveynlerinden bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Bagden, A. (2005). The Damon system: Questions and answers. *Clinical Impressions*, 14, 4–13.
- Birnie, D. (2008). The Damon passive self-ligating appliance system. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 14, pp. 19–35). Philadelphia, PA: W.B. Saunders.
- Bishara, S. E. (1981). Longitudinal cephalometric standards from 5 years of age to adulthood. *American Journal of Orthodontics*, 79, 35–44. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(81\)90099-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(81)90099-3)
- Chhibber, A., Upadhyay, M., Uribe, F., & Nanda, R. (2015). Long-term surgical versus functional Class II correction: A comparison of identical twins. *The Angle Orthodontist*, 85(1), 142–156. <https://doi.org/10.2319/011314-46.1>
- Damon, D. (2004). *Damon system: The workbook*. Orange County, CA:Ormco.
- Damon, D. H. (1998). The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clinical Orthodontics and Research*, 1, 52–61. <https://doi.org/10.1111/ocr.1998.1.1.52>
- Eberting, J. J., Straja, S. R., & Tuncay, O. C. (2001). Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clinical Orthodontics and Research*, 4, 228–234. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2001.40407.x>
- Harradine, N. W. (2001). Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clinical Orthodontics and Research*, 4, 220–227. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2001.40406.x>
- Kumar, M., Goyal, M., Mishra, S., & Rani, S. (2018). Management of borderline case: A case report. *TMU Journal of Dentistry*, 5, 28–32.
- Legan, H. L., & Burstone, C. J. (1980). Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *Journal of Oral Surgery*, 38, 744–751.
- Lima, D. V., Freitas, K. M., & de Freitas, M. R. (2020). Nonextraction treatment of severe crowding with a self-ligating appliance. *Journal of Clinical Orthodontics*, 54(12), 762–765.
- McNamara, J. A. (1984). A method of cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics*, 86, 449–469. [https://doi.org/10.1016/s0002-9416\(84\)90352-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9416(84)90352-x)
- Mohsen, D. A. A.-H. (2023). *Damon ultima system* (Undergraduate thesis, University of Baghdad, College of Dentistry, Department of Orthodontics).
- Muselmani, B. (2023). Orthodontic treatment with the Ultima Damon system: Four permanent contact points for precise control of rotation, angulation, and torque—Case report. *Online Journal of Dentistry & Oral Health*. <https://doi.org/10.33552/OJDOH.2023.07.000659>.

- Nabhan, A. F., Abbas, N. H., Fleming, P. S., Johal, A., & Sadek, M. M. (2016). Self-ligating brackets versus conventional pre-adjusted edgewise brackets for treating malocclusion. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016, CD012407. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012407>
- Ormco. (n.d.). *Damon Ultima*. Retrieved from <https://ormco.com/en-us/damon-ultima>
- Prettyman, C., Best, A. M., Lindauer, S. J., & Tufekci, E. (2012). Self-ligating vs conventional brackets as perceived by orthodontists. *The Angle Orthodontist*, 82(6), 1060–1066. <https://doi.org/10.2319/101311-640.1>
- Shamsi, M. S. Z., Agarwal, D. K., Vivek, V., & Kumar, S. (2019). Treatment of severely crowded maxillary and mandibular teeth with the Damon (self-ligating) bracket system: A case report. *Journal of Dental Sciences and Oral Rehabilitation*, 10, 25–31.
- Shyamali, T. R., & Doshi, J. (2018). Correction of severely crowded lower anterior teeth using self-ligating bracket system: A case report. *Iranian Journal of Orthodontics*, 13(1), e9472. <https://doi.org/10.5812/ijo.9472>
- Simsek, F. N., Yildirim, M., Güven, M. E., & Erdur, E. A. (2026). The effects of conventional and self-ligating bracket systems on dental arch changes and tooth movement during leveling and aligning: A digital approach. *Clinical Oral Investigations*, 30(3), 97. <https://doi.org/10.1007/s00784-026-06796-w>
- Steiner, C. C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 39, 729–755. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(53\)90082-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(53)90082-7)

BÖLÜM 3

Marpe/Sarpe Yöntemlerinin Klinik Karşılaştırılması ve Karar Süreci

Yiğit Alp Can¹
Büşra Seda Yavuz²

¹ Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye. ORCID: 0009-0009-4329-7506

² Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye. ORCID: 0000-0003-1038-8507

1. Giriş

1.1. Tarihçe

Hızlı üst çene genişletmesinin ilk klinik uygulamalarından biri, Emerson C. Angell tarafından 1860 yılında vidalı bir aparey kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Angell, 1860). Haas'ın 1960'lı yıllarda gerçekleştirdiği çalışmalarla klinik kullanımda yaygınlaşmış; Biederman'ın Hyrax apareyini tanımlaması ve aparey tasarımlarındaki gelişmelerle ortodontide yerleşik bir tedavi yaklaşımı haline gelmiştir. Büyüme potansiyeli azalmış bireylerde uygulanan konvansiyonel genişletmenin dentoalveoler sınırlılıkları nedeniyle cerrahi destekli üst çene genişletme tedavisi (SARPE) ortaya çıkmış, cerrahi girişimin dezavantajları ise daha konservatif bir alternatif olarak mini vida destekli üst çene genişletme (MARPE) sistemlerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Kapetanović, Theodorou, Bergé, Schols, & Xi, 2021; K. J. Lee, Park, Park, & Hwang, 2010; Suri & Taneja, 2008).

1.2. Maksiller Transversal Darlığın Tanımı ve Klinik Görünümü

Maksiller transversal darlık, maksillanın mandibulaya göre transversal yönde yetersiz genişliğe sahip olmasıyla karakterizedir. Dar veya V şeklindeki maksiller ark, derin palatal kubbe, çapraşıklık ve posterior çapraz kapanış sık görülen bulgulardır. Bununla birlikte posterior dişlerin bukkal kompanzasyonu nedeniyle çapraz kapanış olmaksızın da iskeletsel darlık bulunabilir; bu olgularda artmış Wilson eğrisi ve posterior diş eğimleri dikkat çekebilir (Suri & Taneja, 2008; Tarkan, 2026).

Posterior çapraz kapanış dental, iskeletsel veya fonksiyonel kökenli olabilir. Dental formda problem dişlerin konumundan, iskeletsel formda bazal kemik genişlikleri arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanırken; fonksiyonel formda prematür temaslara bağlı mandibular kayma söz konusudur. Bu ayırım tedavi planlaması açısından önemlidir (Tarkan, 2026).

1.3. Etiyoloji

Maksiller transversal darlığın etiyolojisi multifaktöriyeldir; genetik, iskeletsel, dental, nöromüsküler ve çevresel faktörler rol oynayabilir. Parafonksiyonel alışkanlıklar, düşük dil postürü, emme alışkanlıkları ve üst hava yolu obstrüksiyonuna bağlı ağız solunumu maksiller transversal gelişimi olumsuz etkileyebilir. Ayrıca dudak-damak yarıkları ve bazı kraniofasial sendromlar maksiller transversal darlığa yatkınlık oluşturabilir (Tarkan, 2026).

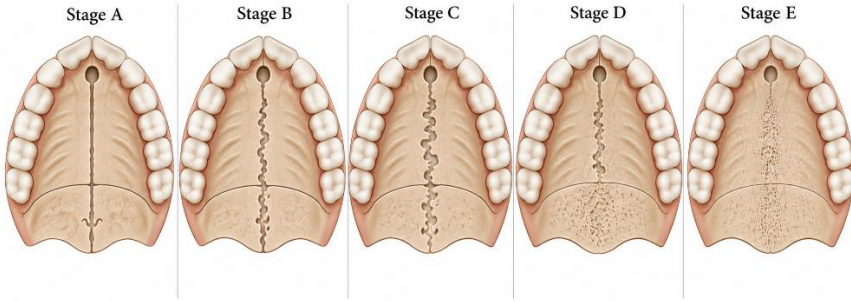
1.4. Tanı ve Değerlendirme

Tanıda maksiller ark formu ve simetrisi, palatal kubbe, posterior çapraz kapanış, posterior dişlerin transversal eğimleri, çapraşıklık ve fasiyal asimetri değerlendirilmelidir. Mandibular deviasyon varlığında iskeletsel asimetri ile fonksiyonel kayma ayırt edilmelidir. Posteroanterior sefalometri

maksillomandibular transversal ilişkinin değerlendirilmesinde kullanılabilirken, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) bazal kemik genişliklerinin, kraniofasiyal asimetriilerin ve midpalatal suture maturasyonunun üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlar. Dental modeller ise ark genişliğı ile apikal kemik kaidesi arasındaki ilişkinin incelenmesinde yardımcıdır (Suri & Taneja, 2008; Tarkan, 2026).

1.5. Midpalatal Suture ve Klinik Önemi

Midpalatal suturen maturasyonu, maksiller genişletmeye verilecek iskeletsel yanıtın temel belirleyicilerindendir. Maturasyonla birlikte suturel interdigitasyon ve genişlemeye karşı direnç artmaktadır (Angelieri et al., 2013; Kapetanović et al., 2021). Angelieri ve ark. (2013), suture maturasyonunu KIBT üzerinde A–E olmak üzere beş evrede sınıflandırmış; A–C evreleri daha açık suturel morfolojiyi, D–E evreleri ise ilerleyen füzyonu temsil etmektedir .



Şekil 1. Midpalatal suture maturasyon evrelerinin şematik gösterimi (Angelieri et al., 2013 sınıflaması temel alınarak oluşturulmuştur).

Kronolojik yaş suturel maturasyonla ilişkili olmakla birlikte bireysel farklılıklar nedeniyle tek başına güvenilir bir belirleyici değildir (Angelieri et al., 2013). Maturasyon ilerledikçe konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesinin (RME) iskeletsel etkisi azalırken dentoalveoler etkileri artmakta; özellikle D ve E evrelerinde gerçek iskeletsel açılma belirgin şekilde sınırlanmaktadır (Angelieri, Franchi, Cevdanes, Bueno-Silva, & McNamara, 2016; Kapetanović et al., 2021). Ayrıca kesiciler arasında diastema oluşması, suturen tüm uzunluğu boyunca yeterli iskeletsel ayrılmayı tek başına kanıtlamaz (Angelieri et al., 2016). Bu nedenle suture maturasyonunun değerlendirilmesi RME, MARPE ve SARPE seçiminin bireyselleştirilmesinde önemlidir (Angelieri et al., 2013; Kapetanović et al., 2021).

1.6. Maksiller Genişletme Yöntemleri

Maksiller transversal darlığın tedavisinde konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesi (RME), mini vida destekli hızlı palatal genişletme (MARPE) ve cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi (SARPE) uygulanabilmektedir.

Konvansiyonel RME özellikle büyüme dönemindeki bireylerde kullanılırken, MARPE’de ekspansiyon kuvvetinin mini vidalar aracılığıyla palatal kemiğe iletilmesi, SARPE’de ise artmış iskeletsel direncin cerrahi olarak azaltılması amaçlanmaktadır (Kapetanović et al., 2021; Park et al., 2017).

2. Mini Vida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme (MARPE)

2.1. Biyomekanik Prensipler

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesi (MARPE), diş-kemik destekli veya tamamen kemik destekli olarak uygulanabilen, ekspansiyon kuvvetini palatala yerleştirilen mini vidalar aracılığıyla doğrudan maksillanın bazal kemiğine iletmeyi amaçlayan rijit bir genişletme sistemidir. Bu sayede konvansiyonel diş destekli apareylere kıyasla dentoalveoler yükün azaltılması ve daha belirgin iskeletsel genişleme elde edilmesi hedeflenmektedir (Kapetanović et al., 2021).

MARPE’nin önemli biyomekanik özelliklerinden biri posterior bölgede de etkili sütural ayrılma sağlayabilmesidir. Cantarella ve ark. (2017) hibrit MARPE sonrasında PNS düzeyindeki 4,3 mm’lik ayrılmanın ANS düzeyindeki 4,8 mm’lik açılmanın yaklaşık %90’ına ulaştığını ve midpalatal süturun anteriordan posteriora doğru büyük ölçüde paralel açıldığını bildirmiştir. Bu bulgular Zong, Tang, Hua, He ve Ngan (2019) tarafından yapılan çalışma ile desteklenmiştir. Ayrıca pterigopalatin süturlarda meydana gelen ayrılma, posterior maksiller direncin azaltılmasına ve posterior bölgede iskeletsel genişleme sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir (Cantarella et al., 2017).

2.2. MARPE Aparey Tipleri ve Yerleşim Teknikleri

MARPE sistemlerinin biyomekanik etkinliği aparey tasarımı, mini vida sayısı ve uzunluğu, yerleşim bölgesi ve ankraj tipine bağlı olarak değişmektedir (E. H. A. Choi et al., 2023; Li et al., 2020; Nojima, Nojima, Cunha, Guss, & Sant’Anna, 2018; P. L. E. Oliveira et al., 2021).

2.2.1. Aparey Tasarımına Göre Sınıflama

Lee ve ark. tarafından tanımlanan klasik MARPE sisteminde Hyrax tipi genişletme vidası premolar ve molarlardan dental destek almakta, ayrıca dört mini vida ile palatal kemiğe bağlanmaktadır. Mini vidalar anterior bölgede palatal rugalar, posterior bölgede ise parasagittal alanlarda konumlandırılmış ve dentoalveoler yan etkilerin azaltılması amaçlanmıştır (K. J. Lee, Choi, Choi, Shi, & Keum, 2018; K. J. Lee et al., 2010).

Montigny (2017) tarafından tanımlanan sistemde iki molar bant ile anterior bölgede paramedyan yerleştirilen mini vidalar birlikte kullanılmaktadır. Ankrajın maksillanın direnç merkezine daha yakın konumlandırılmasıyla iskeletsel etkinliğin artırılması hedeflenmiştir.

Garib, Navarro, Francischone ve Oltramari (2008) tarafından kullanılan sistemde mini vidalar birinci molar ve premolar bölgeleri arasında bilateral olarak yerleştirilmiş; nazal kavite, maksiller sinüs ve diş köklerinden kaçınmak amacıyla oblik ve lingual yönelim tercih edilmiştir.



Şekil 2. MARPE apareyinin intraoral görünümü.

Kaynak: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti

Anabilim Dalı klinik arşivi.

W. Moon (2018) tarafından geliştirilen Maxillary Skeletal Expander (MSE) ise mini vidaların yönlendirilmesini sağlayan dört paralel yuvaya sahiptir. Daha posterior yerleşim ve mümkün olduğunda bikortikal ankraj sayesinde ekspansiyon kuvvetinin pterigomaksiller bölgeye daha etkin iletilmesi ve midpalatal süturda daha paralel açılma elde edilmesi amaçlanmaktadır.

2.2.2. Mini Vida Seçim Kriterleri ve Yerleşim Bölgeleri

MARPE’de mini vidalar monokortikal veya bikortikal ankraj sağlayacak şekilde kullanılabilir. Monokortikal ankraj yalnızca palatal kortikal kemikten destek alırken, bikortikal ankrajda palatal korteks ile birlikte nazal taban kortikal kemiğinden de yararlanılmaktadır (Li et al., 2020). Sonlu eleman analizlerinde bikortikal ankrajın daha uygun stres dağılımı sağlayabildiği bildirilmiştir (R. J. Lee, Moon, & Hong, 2017). Li ve ark. (2020) ise posterior iki mini vidanın bikortikal olduğu sistemlerde, dört mini vidanın tamamının bikortikal olduğu sistemlere benzer iskeletsel sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir.

Mini vida uzunluğu da MARPE'nin klinik etkinliğini etkileyen önemli bir tasarım faktörüdür. Erişkinlerde yapılan randomize klinik bir çalışmada, daha uzun mini vidaların özellikle posterior bölgede daha yüksek mini vida başarısı ve daha fazla bazal iskeletsel genişleme ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (E. H. A. Choi et al., 2023).

Mini vida sayısı kuvvet dağılımını da etkilemektedir. Dört mini vidalı sistemlerde ekspansiyon kuvvetlerinin daha dengeli dağıldığı ve her bir mini vida üzerindeki stresin azaldığı; iki mini vidalı sistemlerde ise yükün daha sınırlı sayıda ankraj elemanı üzerinde yoğunlaşabildiği bildirilmiştir. Üç vidalı asimetrik konfigürasyonlarda ise izole kalan mini vida çevresinde daha yüksek stres ve deformasyon görülebilmektedir. Sütural direncin daha düşük olduğu durumlarda iki mini vida yeterli olabilmekle birlikte, daha yüksek direnç gösteren olgularda dört mini vidalı sistemlerin biyomekanik açıdan daha uygun olabileceği bildirilmiştir (P. L. E. Oliveira et al., 2021).

Mini vida yerleşiminde kemik hacmi, yumuşak doku kalınlığı ve komşu anatomik yapılar birlikte değerlendirilmelidir. Palatal rugaların posteriorunda bulunan T-Zone, yeterli kemik hacmi, ince yumuşak doku ve düşük kök hasarı riski nedeniyle güvenilir yerleşim alanlarından biridir. Medyan yerleşim daha yüksek kemik hacmi sağlayabilirken, paramedyan yerleşim midpalatal sütur ve insiziv kanal ile etkileşim riskini azaltabilmektedir (Wilmes, Ludwig, Vasudavan, Nienkemper, & Drescher, 2016).

Nojima ve ark. (2018), mini vida seçimi ve yerleşim planlamasında KIBT kullanımını önermiş; palatal ve nazal kortikal kemik kalınlığı, yumuşak doku kalınlığı ve anatomik ilişkilerin değerlendirilmesiyle uygun mini vida uzunluğu, yerleşim bölgesi ve ankraj biçiminin hastaya özgü olarak planlanabileceğini bildirmiştir.

2.2.3. Kemik Destekli Ekspansiyon Sistemlerinin Evrimi ve Güncel Yaklaşımlar

Konvansiyonel RME apareylerinde kuvvetin dentoalveoler yapılar üzerinden iletilmesi bukkal tipping, alveoler kemik incilmesi, kök rezorpsiyonu ve periodontal yan etkilerle ilişkilendirilmiştir. Bu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla ekspansiyon kuvvetini doğrudan bazal kemiğe ileten kemik destekli sistemler geliştirilmiştir (Kapetanović et al., 2021).

Kemik destekli sistemler arasında da ankraj tasarımına bağlı farklılıklar bulunmaktadır. H. W. Moon ve ark. (2020) diş-kemik destekli MSE ile doku-kemik destekli C-expander sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında iskeletsel genişleme miktarlarının benzer olduğunu, ancak MSE grubunda dental tipping ile bukkal alveoler kemik yüksekliği ve kalınlığındaki azalmanın daha belirgin olduğunu bildirmiştir. C-expander grubunda ise dişlerin ankraj sistemine dahil

edilmemesi sayesinde dentoalveoler yan etkilerin daha sınırlı kaldığı gösterilmiştir.

Bu yaklaşım tamamen kemik destekli sistemlerin geliştirilmesine temel oluşturmuştur. BRÖLEX, anterior palatal bölgede üçüncü palatal ruga seviyesinde paramedyan yerleştirilen iki mini vida ile desteklenen tamamen kemik destekli bir ekspansiyon apareyi olarak tanımlanmıştır. Diş ankrajının elimine edilmesiyle kuvvetin doğrudan maksiller bazal kemiğe iletilmesi ve dentoalveoler yan etkilerin azaltılması amaçlanmaktadır (Di Leonardo, Ludwig, Glasl, Hourfar, & Mura, 2016).

2.3. Klinik Endikasyonlar

MARPE'nin temel endikasyonu, özellikle büyüme potansiyeli azalmış veya tamamlanmış bireylerde görülen iskeletsel maksiller transversal darlıktır. Posterior çapraz kapanış, dar ve derin palatal yapı, belirgin bukkal koridorlar ve iskeletsel kökenli transversal yetersizlik bulunan olgular MARPE açısından değerlendirilebilir (Kapetanović et al., 2021; Tarkan, 2026).

Büyümenin ilerlemesiyle birlikte midpalatal süturun interdigitasyonu artmakta ve konvansiyonel diş destekli genişletmenin iskeletsel etkisi azalırken dentoalveoler etkileri ön plana çıkmaktadır. MARPE, bu hasta grubunda cerrahiye başvurmadan daha belirgin iskeletsel genişleme elde etmek amacıyla kullanılabilecek önemli bir seçenektir (Angelieri et al., 2013; Kapetanović et al., 2021).

Dentoalveoler yan etkilerin azaltılması da MARPE'nin tercih edilmesinde önemli bir faktördür. Kemik destekli genişletme sistemlerinde konvansiyonel diş destekli RME'ye kıyasla daha fazla iskeletsel genişleme sağlanırken, dental tipping ve alveoler yapılarıdaki istenmeyen açısal değişikliklerin daha sınırlı olduğu bildirilmiştir (Lin et al., 2015). Konvansiyonel RME sonrasında destek dişlerin bukkal kemik kalınlığında 0,6–0,9 mm azalma bildirilmiştir (Garib, Henriques, Janson, Freitas, & Fernandes, 2006). Buna karşılık, mini vida destekli kemik ankrajlı genişletme sistemlerinde alveoler kemik kaybının 0,3 mm'nin altında kalabildiği gösterilmiştir. Bu farklılık, periodontal desteği sınırlı olgularda klinik açıdan önem taşımaktadır (Lin et al., 2015).

Midpalatal sütür maturasyonu, MARPE ile elde edilen sütural açılmayı etkileyebilecek önemli faktörlerden biridir. C. B. Oliveira ve ark. (2021) başarı oranlarını B ve C evrelerinde %100, D ve E evrelerinde ise sırasıyla %62,5 ve %58,3 olarak bildirmiştir. Her ne kadar sütür maturasyonu ile MARPE başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon gösterilememiş olsa da, sınırlı açılma ve başarısızlıkların ileri maturasyon evrelerinde görülmesi, vaka seçiminde sütür maturasyonunun dikkate alınması gerektiğini düşündürmektedir.

Gerekli genişletme miktarı da sütural iyileşmeyi etkileyebilmektedir. MARPE tedavisi uygulanan büyümesi tamamlanmış bireylerde, 5 mm'den az genişletme

yapılan olgularda sütural kemik rejenerasyonunun ≥ 5 mm genişletme yapılan olgulara göre daha hızlı gerçekleştiği ve kemik yoğunluğunun daha belirgin şekilde yeniden kazanıldığı bildirilmiştir. Daha yüksek genişletme miktarlarında ise kemik rejenerasyonunun gecikebileceği belirtilmiştir (Pham, Hoang, Pham, Dang, & Nguyen, 2025).

2.4. İskeletsel ve Dentoalveoler Etkiler

2.4.1. İskeletsel Etkiler

MARPE'nin temel iskeletsel etkisi midpalatal süturun ayrılmasıdır. Frontal düzlemde sütural açılım üçgensel karakter gösterebilmekte; nazal taban düzeyinde daha sınırlı, palatal düzeyde ise daha belirgin genişleme oluşmaktadır (Park et al., 2017). Bununla birlikte, mini vidaların posterior yerleşimi ve genişletme kuvvetinin sütur boyunca daha geniş bir alana dağıtılması, konvansiyonel diş destekli genişletmeye kıyasla anteroposterior yönde daha paralel bir midpalatal sütur ayrılmasına katkı sağlamaktadır (Cantarella et al., 2017).

MARPE ile elde edilen toplam transversal genişlemenin önemli bir bölümü iskeletsel komponentten oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda genişlemenin yaklaşık %39'unun iskeletsel kaynaklı olabileceği bildirilmiş; kemik destekli sistemlerin diş destekli sistemlere kıyasla daha fazla iskeletsel genişleme ve daha az dentoalveoler tipping oluşturduğu gösterilmiştir (Lim, Park, Lee, Kim, & Choi, 2017; Lin et al., 2015).

MARPE'nin etkileri yalnızca midpalatal sturla sınırlı değildir. Maksiller yarımarda bukkal rotasyon ve sirkumaksiller yapılar da değişiklikler meydana gelebilmekte; posterior maksillada da belirgin iskeletsel ayrılma sağlanabilmektedir (Cantarella et al., 2017; Lim et al., 2017).

2.4.2. Dentoalveoler Etkiler

MARPE'de kuvvetin önemli bir bölümü iskeletsel yapılara iletilmesine rağmen dentoalveoler etkiler tamamen ortadan kalkmamaktadır. Posterior dişlerde bukkal tipping ve alveoler eğilme görülebilmekle birlikte bu değişiklikler konvansiyonel diş destekli genişletmeye göre daha sınırlıdır. Ekspansiyonun erken döneminde özellikle birinci molarlarda bukkal tipping görülebilirken, retansiyon döneminde dişlerin yeniden dikleşmesiyle diş akslarında kısmi düzelme meydana gelebilmektedir (Lim et al., 2017).

MARPE sonrasında bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma ve palatal kemik kalınlığında artış ile karakterize periodontal yeniden şekillenme görülebilmektedir. Çalışmalarda bukkal kemik kalınlığındaki azalmanın yaklaşık 0,1–1,1 mm arasında değişebildiği bildirilmiştir. Bu değişiklikler genellikle sınırlı olmakla birlikte, başlangıçta ince bukkal alveoler kemiğe sahip hastalarda

daha belirgin olabilmektedir (Lim et al., 2017; Solano Mendoza, Aceytuno Poch, Solano Reina, & Solano Mendoza, 2022).

2.5. Komplikasyonlar ve Sınırlılıklar

MARPE başarısı sütür maturasyonu, sirkumaksiller direnç, palatal kemik desteği, mini vida stabilitesi, aparey tasarımı ve yerleşimi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Sütural interdigitasyonun ve kraniofasiyal direncin artması, özellikle erişkin bireylerde sütural ayrılmayı zorlaştırabilir ve bazı olgularda yetersiz veya asimetrik genişlemeye neden olabilir (C. B. Oliveira et al., 2021; Winsauer, Walter, Katsaros, & Ploder, 2021).

Mini vidalara bağlı komplikasyonlar arasında yer değiştirme, bükülme ve deformasyon yer alabilmektedir. Özellikle daha ince gövde çapına sahip mini vidalarda yüksek ekspansiyon kuvvetleri altında deformasyon riskinin arttığı bildirilmiştir (Walter, Wendl, Ploder, Mojal, & Puigdollers, 2017). Mini vida stabilitesinin bozulması, ekspansiyon kuvvetinin iskeletsel yapılardan ziyade dişlere aktarılmasına ve istenmeyen dentoalveoler etkilerin artmasına neden olabilir (de Oliveira et al., 2021; Walter et al., 2017). Bu nedenle mini vida boyutu, çapı ve yerleşimi hastanın kemik anatomisine göre bireysel olarak planlanmalıdır (Nojima et al., 2018; Walter et al., 2017).

Yumuşak doku komplikasyonları arasında palatal mukozada irritasyon, inflamasyon ve hiperplazi görülebilmektedir (Winsauer et al., 2021). Ayrıca posterior bölgede bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma ve periodontal destek dokularında sınırlı değişiklikler ortaya çıkabilmektedir (Lim et al., 2017; Solano Mendoza et al., 2022).

2.6. Stabilité ve Uzun Dönem Sonuçlar

MARPE ile elde edilen transversal genişliğin stabilitesinde yeterli konsolidasyon önemli rol oynamaktadır. Midpalatal sütür aralığının konsolidasyon süresince korunması, elde edilen iskeletsel genişliğin stabilitesine katkı sağlayabilmektedir (K. J. Lee et al., 2018).

Bir çalışmada, genç erişkinlerde hibrit MARPE sonrasında ortalama 30 aylık takipte intermolar genişlikte yaklaşık %10 relaps bildirilmiş ve bu miktarın klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada retansiyon sürecinde belirgin bir periodontal olumsuzluk gözlenmemiştir (S. H. Choi, Shi, Cha, Park, & Lee, 2016).

Bir yıllık takipte MARPE ile elde edilen genişlemenin başlangıçta %39,1'inin iskeletsel, %7,1'inin alveoler ve %53,8'inin dental olduğu; bir yıl sonunda bu oranların sırasıyla %43,2, %15 ve %41,8'e değiştiği bildirilmiştir. Bu değişim, relaps eğiliminin özellikle dental komponentte daha belirgin olduğunu ve iskeletsel etkinin görece daha stabil kaldığını göstermektedir (Lim et al., 2017).

Bu nedenle MARPE sonrasında uzun dönem stabilitenin korunması için yeterli retansiyonun sağlanması ve posterior dişlerde oluşabilecek tipping ile alveoler kemik değişikliklerinin kontrol edilmesi önem taşımaktadır (Lim et al., 2017; H. W. Moon et al., 2020).

3. Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme (SARPE)

Erişkin bireylerde konvansiyonel hızlı maksiller genişletme uygulamalarında artmış sütural ve sirkummaksiller direnç nedeniyle yeterli iskeletsel genişleme elde edilemeyebilir; bunun yerine bukkal dental tipping ve alveoler kemiğin bukkale doğru eğilmesi gibi istenmeyen dentoalveoler etkiler ortaya çıkabilir. Bu sınırlılıklar, özellikle ileri iskeletsel transversal yetersizliklerde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesini önemli bir tedavi seçeneği haline getirmektedir (Bell & Epker, 1976).

3.1. Cerrahi Teknik ve Temel Prensipler

Maksiller genişlemeye karşı direnç yalnızca midpalatal suturetan kaynaklanmamakta; sirkummaksiller bağlantılar ve özellikle zigomatik kompleks de önemli direnç bölgelerini oluşturmaktadır. Yaşla birlikte bu yapıların direncinin artması, erişkin bireylerde ortopedik genişletmenin etkinliğini azaltmaktadır (Bays & Greco, 1992).

SARPE'nin temel prensibi, ekspansiyona direnç gösteren bölgelerin cerrahi olarak zayıflatılması ve genişletme kuvvetlerinin maksiller segmentlere daha kontrollü biçimde iletilmesidir. Bu amaçla genellikle Le Fort I osteotomisine benzer kortikotomi hatları uygulanmaktadır. Osteotomiler maksillanın lateral duvarlarını, apertura piriformis çevresini, pterigomaksiller birleşkeyi ve midpalatal suture bölgesini içerebilmektedir. Mukoperiosteal flep elevasyonu sonrasında lateral maksiller osteotomiler gerçekleştirilmekte, gerektiğinde pterigomaksiller bağlantı ayrılarak posterior direnç azaltılmakta ve gerektiğinde midpalatal osteotomi ile maksiller yarımların kontrollü biçimde ayrılması sağlanmaktadır. Osteotomilerin ardından ekspansiyon apareyi aktive edilerek ayrılma kontrol edilmektedir (Bays & Greco, 1992; Bell & Epker, 1976).

Cerrahi işlem sonrasında ekspansiyona başlanmadan önce genellikle yaklaşık 5 günlük latent dönem uygulanmaktadır. Bu dönemi takiben ekspansiyon bölgesinde fibrovasküler doku oluşumu, kollajen liflerin düzenlenmesi ve intramembranöz kemikleşme ile yeni kemik gelişimi gerçekleşmekte, ardından yeniden şekillenme süreci başlamaktadır. Ekspansiyon hızının aşırı yüksek olması yeni kemik oluşumunu olumsuz etkileyebilirken, çok düşük olması erken konsolidasyona yol açabilmektedir. Bu nedenle uygun aktivasyon ve retansiyon protokolü hem hedeflenen genişletmenin elde edilmesi hem de uzun dönem stabilize açısından önemlidir (Koudstaal et al., 2005).

3.2. Klinik Endikasyonlar

SARPE özellikle iskeletsel olgunlaşmasını tamamlamış, suturel ve sirkummaksiller direncin arttığı ve konvansiyonel yöntemlerle yeterli iskeletsel genişlemenin öngörülemediği bireylerde uygulanmaktadır. Kronolojik yaş suturel maturasyon ile ilişkili olmakla birlikte tek başına tedavi seçiminde yeterli değildir; bireyin iskeletsel ve suturel maturasyon düzeyi de dikkate alınmalıdır (Angelier et al., 2013; Koudstaal et al., 2005).

Erişkin bireylerde konvansiyonel genişletme kuvvetlerinin büyük bölümünün dentoalveoler yapılara aktarılması, bukkal dental tipping, alveoler kemik değişiklikleri ve periodontal yan etkilerin artmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle özellikle ileri iskeletsel transversal darlıklarda cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme ile daha belirgin iskeletsel etki elde edilmesi amaçlanmaktadır (Bell & Epker, 1976; Koudstaal et al., 2005).

Bir çalışmada, erişkin bireylerde 5 mm'den fazla maksillomandibular transversal uyumsuzluk bulunması durumunda cerrahi destekli genişletmenin değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir. Bunun yanı sıra 8 mm'den fazla genişletme gereksinimi, şiddetli unilateral veya bilateral posterior çapraz kapanış ile diş eti ve periodontal desteğin yetersiz olduğu olgular SARPE lehine değerlendirilmesi gereken faktörlerdir (Betts, Vanarsdall, Barber, Higgins-Barber, & Fonseca, 1995; Handelman, Wang, BeGole, & Haas, 2000; Suri & Taneja, 2008).

3.3. İskeletsel ve Dentoalveoler Etkiler

SARPE ile elde edilen toplam genişleme yalnızca iskeletsel ayrılmadan oluşmamakta; iskeletsel ve dentoalveoler komponentler birlikte tedavi sonucuna katkıda bulunmaktadır. Bu komponentlerin oranı kullanılan cerrahi teknik, aparey tipi ve hastaya ait özelliklere göre değişebilmektedir (Gauthier, Voyer, Paquette, Rompré, & Papadakis, 2011; Suri & Taneja, 2008).

Periodontal etkiler açısından Gauthier ve ark. (2011), SARPE sonrasında posterior dişler bölgesinde bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma, palatal kemik kalınlığında artış ve santral kesiciler arasındaki interproksimal alveoler kret seviyesinde azalma eğilimi bildirmiştir. Bu bulgular cerrahi destekli genişletmede dahi periodontal yapıların etkilenebildiğini göstermektedir.

Genişleme paterni tam olarak paralel değildir. Byloff ve Mossaz (2004), SARPE ile elde edilen iskeletsel genişlemenin büyük ölçüde maksiller yarılının lateral rotasyonu ile gerçekleştiğini, gerçek horizontal translasyonun ise sınırlı kaldığını bildirmiştir. Başka bir çalışma benzer şekilde genişlemenin dental ark seviyesinde en fazla olduğunu ve nazal tabana doğru azaldığını; kemik destekli sistemlerde dahi kraniyofasiyal bağlantılar nedeniyle tam paralel genişlemenin her zaman elde edilemediğini göstermiştir (Zandi, Miresmaeili, & Heidari, 2014).

Chamberland ve Proffit (2008), SARPE ile elde edilen genişlemenin yaklaşık %47'sinin iskeletsel, %53'ünün dentoalveoler kaynaklı olduğunu ve tedavi sonrası relapsın ağırlıklı olarak dental komponentte gerçekleştiğini bildirmiştir. Bortolotti ve ark. (2020), SARPE sonrasında erken dönemde dental intermolar genişlemenin iskeletsel genişlemeden daha fazla olduğunu ve toplam transversal etkinin önemli bir bölümünün molar bölgedeki dental değişikliklerden kaynaklandığını bildirmiştir.

Aparey tasarımı dentoalveoler etkilerin miktarını değiştirebilmektedir. Bir çalışmada, diş destekli ve hibrit SARPE sistemlerinde V-paternli sütural açılma gözlemlendiğini, ancak hibrit apareylerin benzer iskeletsel etkiler oluştururken daha az dental ve periodontal yan etkiye neden olduğu bildirilmiştir (Kayalar, Schauseil, Kuvat, Emekli, & Fıratlı, 2016).

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, SARPE'nin belirgin iskeletsel genişleme sağlamasına rağmen tedavi sonucunda dentoalveoler komponentin de önemli bir paya sahip olduğu ve aparey tasarımının bu dağılımı etkileyebildiği görülmektedir (Chamberland & Proffit, 2008; Kayalar et al., 2016).

3.4. Komplikasyonlar

SARPE, maksillayı içeren diğer cerrahi girişimlere kıyasla görece düşük morbiditeli bir prosedür olarak kabul edilmekle birlikte cerrahi, dentoalveoler ve apareye bağlı komplikasyonlar görülebilmektedir (Bays & Greco, 1992; Suri & Taneja, 2008).

Cerrahi komplikasyonlar arasında hemoraji, enfeksiyon, ağrı ve maksiller sinir dallarında hasar yer almaktadır. Direnç bölgelerinin yeterince serbestleştirilmemesi durumunda asimetrik kırıklar gelişebilmekte; bunun sonucunda interdental kemik hasarı, diş eti çekilmesi, artmış diş mobilitesi ve periodontal defektler ortaya çıkabilmektedir (Suri & Taneja, 2008).

Dentoalveoler komplikasyonlar arasında bukkal dental tipping ve kök rezorpsiyonu bildirilmiştir (Suri & Taneja, 2008). Apareye bağlı olarak palatal mukozada irritasyon, aparey veya ankraj bileşenlerinde gevşeme ve ekspansiyon vidasında mekanik problemler görülebilmektedir (Neyt, Mommaerts, Abeloos, De Clercq, & Neyt, 2002; Suri & Taneja, 2008). Daha nadiren bilateral lingual duyu kaybı ve nazopalatin kanal kisti gibi komplikasyonlar da bildirilmiştir (Chuah & Mehra, 2005; Mermer, Rider, & Cleveland, 1995).

Uygun hasta seçimi, yeterli cerrahi serbestleştirme ve kontrollü aktivasyon protokolü komplikasyon riskinin azaltılmasında temel öneme sahiptir (Koudstaal et al., 2005; Suri & Taneja, 2008).

3.5. Stabilité ve Relaps

SARPE ile elde edilen transversal genişlemenin uzun dönem stabilitesinin genel olarak yüksek olduğu bildirilmiştir (Bays & Greco, 1992). Bununla birlikte

tedavi sonrasında yeni oluşan dokuların konsolidasyonu için yeterli retansiyon gereklidir ve literatürde 2–12 ay arasında değişen retansiyon süreleri önerilmektedir (Suri & Taneja, 2008).

SARPE sonrasında bildirilen relaps oranları yaklaşık %5–25 arasında değişmektedir. Konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesinde ise bazı çalışmalarda relaps oranlarının %63'e kadar ulaşabildiği bildirilmiştir (Suri & Taneja, 2008). Bununla birlikte relaps miktarı yalnızca uygulanan yöntem değil, hastanın yaşı, iskeletsel maturasyonu, elde edilen genişletme miktarı ve retansiyon protokolü gibi faktörlere de bağlıdır (Berger, Pangrazio-Kulbersh, Borgula, & Kaczynski, 1998; Suri & Taneja, 2008).

Relapsın önemli bölümünün dentoalveoler komponentten kaynaklandığı ve iskeletsel etkinin görece daha stabil kaldığı bildirilmektedir (Chamberland & Proffit, 2008). Kemik destekli SARPE sistemlerinde düşük relaps bildirilmesi nedeniyle rutin overekspansiyon gereksiniminin sınırlı olabileceği belirtilmiştir (Mommaerts, 1999; Zahl & Gerlach, 2002).

Sonuç olarak SARPE, ileri iskeletsel transversal darlığın tedavisinde öngörülebilir bir genişleme sağlayabilmekle birlikte uzun dönem stabilite açısından yeterli retansiyon ve dentoalveoler değişikliklerin kontrolü önemini korumaktadır (Chamberland & Proffit, 2008; Suri & Taneja, 2008).

4. MARPE ve SARPE Klinik Açıdan Karşılaştırılması

4.1. Endikasyon Sınırları

Maksiller transversal darlığın tedavisinde MARPE ve SARPE arasında seçim yapılırken midpalatal süturun maturasyon düzeyi, transversal yetersizliğin miktarı ve hastaya özgü klinik özellikler birlikte değerlendirilmelidir (Angelieri et al., 2013; Suri & Taneja, 2008).

MARPE, özellikle büyüme potansiyeli azalmış ancak suturel maturasyonu ileri düzeye ulaşmamış bireylerde, cerrahi müdahaleden kaçınılarak iskeletsel genişleme elde edilmesini sağlayan minimal invaziv bir seçenektir. Cantarella ve ark. (2017), MARPE ile midpalatal ve pterigopalatin suturelarda anlamlı ayrılma sağlanabildiğini göstermiştir. Bununla birlikte ileri suturel maturasyon ve artmış kraniofasial direnç MARPE ile elde edilen suturel açılımı sınırlayabilmektedir (Kapetanović et al., 2021; C. B. Oliveira et al., 2021).

SARPE ise ileri derecede transversal iskeletsel darlığın bulunduğu ve ortopedik suturel ayrılmanın öngörülebilir olmadığı erişkin bireylerde, direnç bölgelerinin cerrahi olarak serbestleştirilmesi yoluyla iskeletsel genişlemenin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Ancak cerrahi girişime bağlı morbidite nedeniyle endikasyonun dikkatli konulması gerekmektedir (Bell & Epker, 1976; Suri & Taneja, 2008). Bu nedenle MARPE ve SARPE arasındaki seçim, tek bir kriter yerine suture maturasyonu, genişletme gereksinimi ve hastaya ait biyolojik

sınırların birlikte değerlendirilmesine dayanmalıdır (Angelieri et al., 2016; Betts et al., 1995; Suri & Taneja, 2008).

4.2. Sütür Maturasyonu ve Yaş Faktörü

Midpalatal süturun maturasyon düzeyi, uygulanacak genişletme yöntemine verilecek yanıtı belirleyen temel biyolojik faktörlerden biridir. Sütural maturasyonun ilerlemesiyle interdigitasyon ve sütür çevresindeki kemik yoğunluğu artmakta, bunun sonucunda ortopedik kuvvetlere karşı direnç yükselmektedir. Angelieri sınıflamasında erken maturasyon evrelerinde (A–C) ortopedik sütural ayrılma daha olasıyken, D ve E evrelerinde ayrılma güçleşmektedir (Angelieri et al., 2013; Angelieri et al., 2016).

Bununla birlikte kronolojik yaş sütural maturasyonu kesin olarak yansıtmamakta ve aynı yaş grubundaki bireylerde farklı maturasyon evreleri görülebilmektedir. Bu nedenle özellikle sınırda olgularda KIBT ile midpalatal süturun bireysel olarak değerlendirilmesi tedavi planlamasına katkı sağlamaktadır (Angelieri et al., 2013).

İleri sütür maturasyonu düzeylerinde MARPE ile elde edilen sütural açılım sınırlanabilmekle birlikte, cerrahi dışı genişleme tamamen dışlanmamaktadır (C. B. Oliveira et al., 2021). Choi ve ark. (2016), genç erişkinlerde MARPE sonrasında olguların %86,96'sında midpalatal sütür ayrılması elde edildiğini bildirmiştir. Çalışmanın uzun dönem takip grubunun ortalama yaşı $20,9 \pm 2,9$ yıl olup bireyler CVMI evre 6 düzeyindedir. Bu bulgular, iskeletsel olarak olgun bazı bireylerde MARPE ile başarılı genişleme sağlanabileceğini göstermektedir.

4.3. Transversal Darlığın Şiddeti ve Tedavi Seçimine Etkisi

Transversal yetersizliğin miktarı, özellikle iskeletsel olarak olgun bireylerde tedavi seçiminde önemli bir kriterdir. Maksillomandibular transversal uyumsuzluğun 5 mm'den fazla olduğu erişkin olgularda cerrahi destekli genişletmenin değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Betts, 2016; Betts et al., 1995).

MARPE, büyümesi tamamlanmış ve transversal maksiller yetersizliği bulunan bireylerde cerrahi olmayan bir tedavi seçeneği oluşturabilmektedir (S. H. Choi et al., 2016; Kapetanović et al., 2021). Buna karşılık Silverstein ve Quinn (1997), iskeletsel olarak olgun bireylerde 5 mm'den fazla transversal uyumsuzluğun cerrahi destekli genişletme açısından değerlendirilmesi gerektiğini, 7 mm'den fazla uyumsuzlukta ise SARPE'nin belirgin bir endikasyon oluşturduğunu bildirmiştir.

Bununla birlikte bu değerler kesin tedavi sınırları olarak değerlendirilmemeli; sütür maturasyonu, periodontal sınırlar, palatal anatomi ve hedeflenen iskeletsel etki ile birlikte yorumlanmalıdır (Angelieri et al., 2016; Nojima et al., 2018; Suri & Taneja, 2008).

4.4. Periodontal ve Alveoler Etkiler

MARPE’de ekspansiyon kuvvetinin önemli bir bölümü bazal kemiğe iletildiğinden, dentoalveoler yan etkiler konvansiyonel diş destekli genişletmeye göre daha sınırlıdır (Kapetanović et al., 2021; Park et al., 2017). Bununla birlikte bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma ve palatal bölgede kompansevar yeniden şekillenme görülebilmektedir. Bu değişikliklerin çoğunlukla sınırlı ve klinik olarak tolere edilebilir düzeyde olduğu bildirilmektedir (Lim et al., 2017; H. W. Moon et al., 2020).

SARPE ile elde edilen genişleme ise hem iskeletsel hem de dentoalveoler komponentlerden oluşmaktadır. Posterior dişlerde bukkal tipping, bukkal alveoler kemik kalınlığında azalma ve alveoler kret seviyesinde değişiklikler görülebilmekte; ayrıca maksiller segmentlerin lateral rotasyonu nedeniyle tam paralel iskeletsel ayrılma her zaman elde edilememektedir (Byloff & Mossaz, 2004; Gauthier et al., 2011; Kayalar et al., 2016).

Dolayısıyla MARPE, dentoalveoler etkiler açısından daha kontrollü bir profil göstermekle birlikte, her iki yöntemde de belirli düzeyde dentoalveoler değişiklikler görülebilmektedir (de Oliveira et al., 2021).

4.5. Stabilité ve Relaps

MARPE ve SARPE sonrasında elde edilen transversal genişliğin uzun dönem stabilitesi genişlemenin iskeletsel ve dentoalveoler komponentlerine, maturasyon düzeyine ve uygulanan retansiyon protokolüne bağlıdır (Chamberland & Proffit, 2008; Lim et al., 2017; Suri & Taneja, 2008).

MARPE sonrasında elde edilen transversal genişlemenin büyük ölçüde korunabildiği, relapsın ise ağırlıklı olarak dental komponentte gerçekleştiği ve iskeletsel genişlemenin görece daha stabil kaldığı bildirilmiştir (S. H. Choi et al., 2016; Lim et al., 2017).

SARPE’de de iskeletsel genişleme görece stabil olmakla birlikte belirli düzeyde relaps görülebilmektedir (Chamberland & Proffit, 2008). Literatürde SARPE sonrasında relaps oranlarının %5–25 arasında değiştiği ve aktif genişletme sonrası 2–12 aylık retansiyon dönemlerinin önerildiği bildirilmektedir (Suri & Taneja, 2008). SARPE sonrası relapsın da büyük ölçüde dental komponentten kaynaklandığı, iskeletsel genişlemenin ise görece daha stabil kaldığı gösterilmiştir (Chamberland & Proffit, 2008).

Sonuç olarak her iki yöntemde de uzun dönem stabilitenin sağlanması için yeterli retansiyon önem taşımakta; relapsın iskeletsel yapılardan çok dentoalveoler değişikliklerle ilişkili olduğu görülmektedir (Chamberland & Proffit, 2008; Lim et al., 2017; Suri & Taneja, 2008).

4.6. Hasta Konforu ve Morbidite

Hasta konforu açısından MARPE, cerrahi girişim gerektirmemesi nedeniyle SARPE'ye göre daha konservatif bir yaklaşım sunmaktadır (S. H. Choi et al., 2016; de Oliveira et al., 2021). Bununla birlikte mini vida mobilitesi veya başarısızlığı, mukozal iritasyon ve yetersiz suturel ayrılma gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Choi ve ark. (2016), MARPE uygulamalarında mini vidaların %5'inde başarısızlık, %13'ünde ise klinik olarak kabul edilebilir düzeyde mobilite bildirmiştir.

SARPE, diğer ortognatik cerrahi prosedürlere kıyasla düşük morbiditeli bir işlem olarak kabul edilmekle birlikte MARPE'den daha invazivdir (de Oliveira et al., 2021; Suri & Taneja, 2008). Postoperatif ağrı, enfeksiyon ve nadiren nörosensoriyel komplikasyonlar görülebilmektedir (Suri & Taneja, 2008; Woods, Wiesenfeld, & Probert, 1997).

Bu nedenle tedavi seçiminde yalnızca genişletmenin miktarı değil, hedeflenen iskeletsel etkinin sağlanması ile tedavinin hastaya getireceği morbidite arasındaki denge de dikkate alınmalıdır. Uygun olgularda MARPE daha konservatif bir yaklaşım sunarken (de Oliveira et al., 2021), ileri iskeletsel darlık ve artmış suturel direnç bulunan olgularda direnç bölgelerinin cerrahi olarak serbestleştirilmesiyle iskeletsel genişleme sağlamak amacıyla SARPE gerekli olabilmektedir (Koudstaal et al., 2005; Suri & Taneja, 2008).

5. Klinik Karar Yaklaşımı

Maksiller transversal darlığın tedavisinde uygun genişletme yönteminin seçimi yalnızca kronolojik yaşa dayandırılmamalıdır. Klinik karar sürecinde midpalatal suturen maturasyon düzeyi, transversal yetersizliğin miktarı, periodontal sınırlar, palatal kemik anatomisi, hedeflenen iskeletsel etki ve hastaya ait bireysel faktörler birlikte değerlendirilmelidir (Angelieri et al., 2013; Nojima et al., 2018; Suri & Taneja, 2008).

Transversal darlığın miktarı önemli bir belirleyici olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Betts ve ark. (1995), erişkin bireylerde 5 mm'nin üzerindeki transversal iskeletsel yetersizliklerde cerrahi destekli genişletmenin değerlendirilmesi gerektiğini; Silverstein ve Quinn (1997) ise 7 mm'den fazla transversal darlık bulunan olgularda SARPE için güçlü bir endikasyon olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte bu değerler kesin sınırlar olmayıp suturel maturasyon ve hastanın biyolojik sınırları ile birlikte yorumlanmalıdır.

Midpalatal suturen maturasyon düzeyi tedavi seçimini doğrudan etkilemektedir. Angelieri ve ark. (2016), D ve E evrelerindeki suturelarda konvansiyonel yöntemlerle suturel ayrılmanın belirgin şekilde zorlaştığını bildirmiştir. Ancak ileri maturasyon MARPE ile genişletmeyi tamamen dışlamamaktadır; iskeletsel olarak olgun bazı bireylerde cerrahi olmayan

MARPE ile başarılı sütural ayrılma sağlanabilmektedir (S. H. Choi et al., 2016; C. B. Oliveira et al., 2021).

Bununla birlikte sütural maturasyonun ilerlemesi ve buna eşlik eden artmış kraniofasiyal direnç, MARPE ile elde edilen iskeletsel aılımin miktarını ve ngrlebilirliğini azaltabilmektedir. İleri maturasyon düzeylerinde sütural aılımin sınırlanmasıyla istenmeyen dentoalveoler etkilerin ortaya çıkma riski artabilmekte ve cerrahi destekli yaklaşımlar gündeme gelebilmektedir. SARPE’de sirkummaksiller direnç bölgelerinin cerrahi olarak serbestleştirilmesi, iskeletsel olarak olgun erişkinlerde maksiller genişlemenin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmaktadır (Koudstaal et al., 2005; Suri & Taneja, 2008).

Sonuç olarak tedavi seçimi, transversal darlığın şiddeti, sütur maturasyonu, periodontal ve anatomik sınırlar ile hedeflenen iskeletsel etkinin birlikte değerlendirilmesine dayanmalıdır. Uygun olgularda MARPE cerrahi olmayan bir genişletme seçeneği sunarken (S. H. Choi et al., 2016; de Oliveira et al., 2021), ileri iskeletsel darlık ve cerrahi destek gerektiren olgularda SARPE gündeme gelmektedir (Betts et al., 1995; Suri & Taneja, 2008).

6. Sonuç

Maksiller transversal darlığın tedavisinde başarılı ve stabil sonuç elde edilebilmesi için problemin dental, fonksiyonel veya iskeletsel kökeninin doğru belirlenmesi ve tedavi seçiminin bireyselleştirilmesi gerekmektedir. Kronolojik yaş tek başına yeterli bir kriter olmayıp, transversal yetersizliğin miktarı, midpalatal süturun maturasyon düzeyi, dentoalveoler kompanzasyon, periodontal sınırlar ve hastaya özgü anatomik özellikler birlikte değerlendirilmelidir (Angelieri et al., 2013; Betts et al., 1995; Suri & Taneja, 2008).

Büyüme potansiyeli devam eden bireylerde konvansiyonel hızlı üstü çene genişletmesi yeterli olabilirken, konvansiyonel genişletmenin öngörülebilirliğinin azaldığı ileri maturasyon düzeylerinde MARPE veya SARPE gibi alternatif yaklaşımlar gündeme gelmektedir (Angelieri et al., 2016; C. B. Oliveira et al., 2021). MARPE, uygun hasta seçiminde cerrahi girişim olmaksızın maksiller genişletme sağlayabilen bir seenekken (S. H. Choi et al., 2016), ileri iskeletsel darlık, artmış sütural direnç ve yüksek miktarda genişletme gereksinimi bulunan olgularda SARPE önemli bir tedavi seçeneği oluştırmaktadır (Betts et al., 1995; Suri & Taneja, 2008). Sonuç olarak MARPE ve SARPE birbirinin doğrudan alternatifi değil, farklı biyolojik ve klinik gereksinimlere yanıt veren tamamlayıcı tedavi yöntemleridir. Tedavinin temel amacı, mümkün olan en az invaziv yöntemle yeterli iskeletsel genişleme sağlarken periodontal dokuları korumak ve uzun dönem stabiliteyi sürdürmektir (Lim et al., 2017; Suri & Taneja, 2008).

KAYNAKLAR

- Angelieri, F., Cevidanes, L. H., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara, J. A., Jr. (2013). Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 759-769.
- Angelieri, F., Franchi, L., Cevidanes, L. H. S., Bueno-Silva, B., & McNamara, J. A., Jr. (2016). Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 21(6), 115-125. doi:10.1590/2177-6709.21.6.115-125.sar
- Angell, E. C. (1860). Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *The Dental Cosmos*, 1(10), 540-544.
- Bays, R. A., & Greco, J. M. (1992). Surgically assisted rapid palatal expansion: An outpatient technique with long-term stability. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 110-113. doi:10.1016/0278-2391(92)90352-Z
- Bell, W. H., & Epker, B. N. (1976). Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *American Journal of Orthodontics*, 70(5), 517-528. doi:10.1016/0002-9416(76)90276-1
- Berger, J. L., Pangrazio-Kulbersh, V., Borgula, T., & Kaczynski, R. (1998). Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 114(6), 638-645. doi:10.1016/S0889-5406(98)70195-7
- Betts, N. J. (2016). Surgically assisted maxillary expansion. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 24(1), 67-77. doi:10.1016/j.cxom.2015.10.003
- Betts, N. J., Vanarsdall, R. L., Barber, H. D., Higgins-Barber, K., & Fonseca, R. J. (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 10(2), 75-96.
- Bortolotti, F., Solidoro, L., Bartolucci, M. L., Incerti Parenti, S., Paganelli, C., & Alessandri-Bonetti, G. (2020). Skeletal and dental effects of surgically assisted rapid palatal expansion: A systematic review of randomized controlled trials. *European Journal of Orthodontics*, 42(4), 434-440. doi:10.1093/ejo/cjz057
- Byloff, F. K., & Mossaz, C. F. (2004). Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *European Journal of Orthodontics*, 26(4), 403-409. doi:10.1093/ejo/26.4.403

- Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Mallya, S. M., Moschik, C., Pan, H. C., Miller, J., & Moon, W. (2017). Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 34.
- Chamberland, S., & Proffit, W. R. (2008). A closer look at stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 66(9), 1895-1900. doi:10.1016/j.joms.2008.04.020
- Choi, E. H. A., Lee, K. J., Choi, S. H., Jung, H. D., Ahn, H. J., Deguchi, T., & Cha, J. Y. (2023). Skeletal and dentoalveolar effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion based on the length of the miniscrew: A randomized clinical trial. *The Angle Orthodontist*, 93(4), 390-397.
- Choi, S. H., Shi, K. K., Cha, J. Y., Park, Y. C., & Lee, K. J. (2016). Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *The Angle Orthodontist*, 86(5), 713-720. doi:10.2319/101415-689.1
- Chuah, C., & Mehra, P. (2005). Bilateral lingual anesthesia following surgically assisted rapid palatal expansion: Report of a case. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(3), 416-418. doi:10.1016/j.joms.2004.03.021
- de Oliveira, C. B., Ayub, P., Ledra, I. M., Murata, W. H., Suzuki, S. S., Ravelli, D. B., & Santos-Pinto, A. (2021). Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(6), 733-742. doi:10.1016/j.ajodo.2020.03.024
- Di Leonardo, B., Ludwig, B., Glasl, B., Hourfar, J., & Mura, R. (2016). BRÖLEX—Eine rein knochengetragene Expansionsapparatur. Vorstellung und erste klinische Erfahrungen. *Kieferorthopädie*, 30(2), 149-152.
- Garib, D. G., Henriques, J. F. C., Janson, G., Freitas, M. R., & Fernandes, A. Y. (2006). Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(6), 749-758. doi:10.1016/j.ajodo.2006.02.021
- Garib, D. G., Navarro, R., Francischone, C. E., & Oltramari, P. V. (2008). Rapid maxillary expansion using palatal implants. *Journal of Clinical Orthodontics*, 42(11), 665-671.
- Gauthier, C., Voyer, R., Paquette, M., Rompré, P., & Papadakis, A. (2011). Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(4), S117-S128. doi:10.1016/j.ajodo.2010.06.022

- Handelman, C. S., Wang, L., BeGole, E. A., & Haas, A. J. (2000). Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: Report on 47 cases using the Haas expander. *The Angle Orthodontist*, 70(2), 129-144.
- Kapetanović, A., Theodorou, C. I., Bergé, S. J., Schols, J. G., & Xi, T. (2021). Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 43(3), 313-323. doi:10.1093/ejo/cjab005
- Kayalar, E., Schauseil, M., Kuvat, S. V., Emekli, U., & Fıratlı, S. (2016). Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44(3), 285-293. doi:10.1016/j.jcms.2015.12.001
- Koudstaal, M. J., Poort, L. J., van der Wal, K. G. H., Wolvius, E. B., Prahl-Andersen, B., & Schulten, A. J. M. (2005). Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): A review of the literature. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34(7), 709-714. doi:10.1016/j.ijom.2005.04.025
- Lee, K. J., Choi, S. H., Choi, T. H., Shi, K. K., & Keum, B. T. (2018). Maxillary transverse expansion in adults: Rationale, appliance design, and treatment outcomes. *Seminars in Orthodontics*, 24(1), 52-65. doi:10.1053/j.sodo.2018.01.006
- Lee, K. J., Park, Y. C., Park, J. Y., & Hwang, W. S. (2010). Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(6), 830-839.
- Lee, R. J., Moon, W., & Hong, C. (2017). Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(5), 887-897.
- Li, N., Sun, W., Li, Q., Dong, W., Martin, D., & Guo, J. (2020). Skeletal effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on maxillary expansion using cone-beam computed tomography in young adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(5), 651-661. doi:10.1016/j.ajodo.2019.05.021
- Lim, H. M., Park, Y. C., Lee, K. J., Kim, K. H., & Choi, Y. J. (2017). Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *The Korean Journal of Orthodontics*, 47(5), 313-322. doi:10.4041/kjod.2017.47.5.313

- Lin, L., Ahn, H. W., Kim, S. J., Moon, S. C., Kim, S. H., & Nelson, G. (2015). Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *The Angle Orthodontist*, 85(2), 253-262. doi:10.2319/030514-156.1
- Mermer, R. W., Rider, C. A., & Cleveland, D. B. (1995). Nasopalatine canal cyst: A rare sequela of surgical rapid palatal expansion. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 80(6), 620. doi:10.1016/S1079-2104(05)80238-0
- Mommaerts, M. Y. (1999). Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(4), 268-272. doi:10.1054/bjom.1999.0127
- Montigny, M. (2017). Mini-implant assisted rapid palatal expansion: New perspectives. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*, 20(4), 405.
- Moon, H. W., Kim, M. J., Ahn, H. W., Kim, S. J., Kim, S. H., Chung, K. R., & Nelson, G. (2020). Molar inclination and surrounding alveolar bone change relative to the design of bone-borne maxillary expanders: A CBCT study. *The Angle Orthodontist*, 90(1), 13-22. doi:10.2319/050619-316.1
- Moon, W. (2018). Class III treatment by combining facemask (FM) and maxillary skeletal expander (MSE). *Seminars in Orthodontics*, 24(1), 95-107. doi:10.1053/j.sodo.2018.01.009
- Neyt, N. M. F., Mommaerts, M. Y., Abeloos, J. V. S., De Clercq, C. A. S., & Neyt, L. F. (2002). Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 30(3), 139-143. doi:10.1054/jcms.2002.0304
- Nojima, L. I., Nojima, M. C. G., Cunha, A. C., Guss, N. O., & Sant'Anna, E. F. (2018). Mini-implant selection protocol applied to MARPE. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(5), 93-101. doi:10.1590/2177-6709.23.5.093-101.sar
- Oliveira, C. B., Ayub, P., Angelieri, F., Murata, W. H., Suzuki, S. S., Ravelli, D. B., & Santos-Pinto, A. (2021). Evaluation of factors related to the success of miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *The Angle Orthodontist*, 91(2), 187-194. doi:10.2319/051420-436.1
- Oliveira, P. L. E., Soares, K. E. M., Andrade, R. M., Oliveira, G. C., Pithon, M. M., Araújo, M. T. S., & Sant'Anna, E. F. (2021). Stress and displacement of mini-implants and appliance in mini-implant assisted rapid palatal expansion: Analysis by finite element method. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 26(4), e21203. doi:10.1590/2177-6709.26.4.e21203.oar
- Park, J. J., Park, Y. C., Lee, K. J., Cha, J. Y., Tahk, J. H., & Choi, Y. J. (2017). Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *The Korean Journal of Orthodontics*, 47(2), 77-86.

- Pham, T. H. T., Hoang, V., Pham, T. T., Dang, P. L., & Nguyen, V. A. (2025). Midpalatal suture bone regeneration following customized miniscrew-assisted rapid palatal expansion in nongrowing patients: A retrospective observational study. *Medicine*, 104(41), e44624. doi:10.1097/MD.00000000000044624
- Silverstein, K., & Quinn, P. D. (1997). Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 55(7), 725-727. doi:10.1016/S0278-2391(97)90587-5
- Solano Mendoza, P., Aceytuno Poch, P., Solano Reina, E., & Solano Mendoza, B. (2022). Skeletal, dentoalveolar and dental changes after “mini-screw assisted rapid palatal expansion” evaluated with cone beam computed tomography. *Journal of Clinical Medicine*, 11(16), 4652. doi:10.3390/jcm11164652
- Suri, L., & Taneja, P. (2008). Surgically assisted rapid palatal expansion: A literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(2), 290-302.
- Tarkan, H. (2026). Diagnosis and treatment of maxillary transverse deficiency: An overview in orthodontics. *Uşak Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 4(1), 14-34.
- Walter, A., Wendl, B., Ploder, O., Mojal, S., & Puigdollers, A. (2017). Stability determinants of bone-borne force-transmitting components in three RME hybrid expanders—an in vitro study. *European Journal of Orthodontics*, 39(1), 76-84. doi:10.1093/ejo/cjw016
- Wilmes, B., Ludwig, B., Vasudavan, S., Nienkemper, M., & Drescher, D. (2016). The T-Zone: Median vs. paramedian insertion of palatal mini-implants. *Journal of Clinical Orthodontics*, 50(9), 543-551.
- Winsauer, H., Walter, A., Katsaros, C., & Ploder, O. (2021). Success and complication rate of miniscrew assisted non-surgical palatal expansion in adults - a consecutive study using a novel force-controlled polycyclic activation protocol. *Head & Face Medicine*, 17(1), 50. doi:10.1186/s13005-021-00301-2
- Woods, M., Wiesenfeld, D., & Probert, T. (1997). Surgically-assisted maxillary expansion. *Australian Dental Journal*, 42(1), 38-42.
- Zahl, C., & Gerlach, K. L. (2002). Palatinaldistraktor. Ein innovatives Verfahren zur Gaumennahterweiterung. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 6(6), 446-449. doi:10.1007/s10006-002-0423-2
- Zandi, M., Miresmaeili, A., & Heidari, A. (2014). Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(7), 1190-1195. doi:10.1016/j.jcms.2014.02.007

Zong, C., Tang, B., Hua, F., He, H., & Ngan, P. (2019). Skeletal and dentoalveolar changes in the transverse dimension using microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) appliances. *Seminars in Orthodontics*, 25(1), 46-59.

BÖLÜM 4

**Dudak-Damak Yarıklarında Tedavi
Zamanlaması: Doğumdan Erişkinliğe
Ortodontik ve Cerrahi Yaklaşımlar**

Meyra Durmaz¹
Mehmet Alp Eriş²
Merve Berika Kadioğlu³

¹ Uzm. Dt., Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0000-0002-7005-6179

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

³ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0001-8486-875X

Giriş

Dudak-damak yarıkları (DDY), üst dudak, alveolar çıkıntı ve damak yapılarının embriyonik dönemde tam olarak birleşmemesi sonucu ortaya çıkan doğumsal anomalilerdir. Bu anomaliler beslenme, konuşma, iştme, diş gelişimi, yüz büyümesi ve psikososyal uyum üzerinde çok yönlü etkiler oluşturur (Mossey et al., 2009). Dünya Sağlık Örgütü, kraniyofasiyal anomalilerin sağlık sistemine yükünü azaltmaya yönelik stratejilerinde DDY'yi öncelikli konular arasında saymıştır (W. Shaw, 2004).

Bu bölümde DDY'nin epidemiyolojisi, embriyolojisi, etiyojisi ve sınıflaması gibi temel konular ayrıntılı olarak ele alınmamış; odak, tedavinin kendisine yöneltilmiştir. Ortodontik ve cerrahi müdahaleler, hastanın yaşı ve gelişim evresine göre kronolojik sırayla, prenatal dönemden erişkin rehabilitasyonuna kadar sunulmuş; her evrede klasik ilkeler güncel kanıtlarla birlikte tartışılmıştır.

Multidisipliner Ekip Yaklaşımı ve Tedavi Zaman Çizelgesi

American Cleft Palate-Craniofacial Association (ACPA) parametrelerine göre yarıklı bireylerin tedavisi; plastik ya da ağız, diş ve çene cerrahisi, ortodontist, pediatrik diş hekimi, kulak burun boğaz uzmanı, odyolog, konuşma ve dil terapisti, genetik uzmanı, psikolog ve sosyal hizmet uzmanından oluşan deneyimli ekiplerce yürütülmelidir (“Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences,” 2018). Tedavi, büyüme ve gelişim evrelerine göre sıralanmış bir protokol izler. Her merkezin protokolü farklılık gösterse de ortodontik ve cerrahi müdahalelerin genel sıralaması Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Dudak-damak yarığında ortodontik ve cerrahi tedavinin yaşa göre genel sıralaması

Yaş/dönem	Cerrahi müdahale	Ortodontik/ortopedik müdahale
Prenatal	—	Ultrasonografik tanı, aile danışmanlığı
0–3 ay	—	Cerrahi öncesi infant ortopedisi / nazoalveolar şekillendirme (NAM)
3–6 ay	Primer dudak onarımı (± primer rinoplasti, gingivoperiosteoplasti)	—
9–18 ay	Damak onarımı (palatoplasti)	—
3–6 yaş	Velofarengial yetmezlik cerrahisi (gerekirse)	İzlem; ciddi çapraz kapanışta erken müdahale
7–11 yaş (karma dişlenme)	Sekonder alveolar kemik greftleme	Greft öncesi maksiller genişletme, kesici

Yaş/dönem	Cerrahi müdahale	Ortodontik/ortopedik müdahale
		hizalama; maksiller retraksiyon
12–15 yaş (daimi dişlenme)	—	Kapsamlı sabit ortodontik tedavi, kanin sürmesinin yönetimi
16–18 yaş ve sonrası	Ortognatik cerrahi, sekonder rinoplasti, dudak revizyonu	Cerrahi öncesi ve sonrası ortodonti, protetik/implant rehabilitasyonu

Prenatal Dönem

Yarıkların önemli bir kısmı günümüzde gebeliğin ikinci trimesterinde yapılan rutin ultrasonografik taramada tanınabilmektedir. Dudak yarığının prenatal tanısı görece kolayken, izole yarık damağın ultrasonografiyle saptanması güçtür. Prenatal tanı, ailenin doğumdan önce yarık ekibiyle tanışmasına, tedavi süreci ve beslenme konusunda bilgilendirilmesine ve eşlik edebilecek anomaliler açısından genetik danışmanlık almasına olanak tanır. Doğumdan sonraki ilk günlerde yapılan ekip değerlendirmesinde yarığın tipi ve genişliği kaydedilir, beslenme yöntemi belirlenir ve NAM uygulanacaksa ölçü alınarak tedaviye başlanır. Bu dönemde alınan ağız içi ölçüler ve standart fotoğraflar, ilerleyen yıllardaki tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi için başlangıç kaydı olarak arşivlenmelidir.

Yenidoğan Dönemi ve Cerrahi Öncesi İnfant Ortopedisi

Cerrahi öncesi infant ortopedisi (presurgical infant orthopedics, PİO), primer dudak onarımından önce yarık segmentlerini yaklaştırmayı ve maksiller arkı düzenlemeyi amaçlayan uygulamaların genel adıdır. İlk kez McNeil tarafından pasif akrilik plaklarla tanımlanan yöntem, zamanla aktif (pinli) ve pasif apareyler olarak çeşitlenmiştir (McNEIL, 1950). Latham tarafından tanımlanan pinle tutunan aktif aparey, segmentleri birkaç hafta içinde mekanik olarak yaklaştırır (Latham, 1980).

Nazoalveolar Şekillendirme

Grayson, Santiago, Brecht ve Cutting (1999), klasik PİO'yu burun kanadı ve kolumella deformitesini de hedefleyen nazoalveolar şekillendirme (NAM) ile geliştirmiştir (Grayson et al., 1999). NAM'da haftalık olarak düzenlenen bir oral plak, alveolar segmentleri yönlendirir. Alveolar yarık yaklaşık 5 mm'nin altına indiğinde plaka eklenen nazal stent, alt lateral kartilajı şekillendirir. Çift taraflı yarıklarda ek olarak kolumella uzatılır. Yenidoğan döneminde maternal östrojene bağlı kartilaj esnekliğinin yüksek olması nedeniyle tedavinin ilk haftalarda başlatılması önerilir.

NAM'ın dudak onarımını kolaylaştırdığı ve burun simetrisini kısa dönemde iyileştirdiği yaygın olarak bildirilmektedir. Bununla birlikte PİO'nun uzun dönem

etkinliği tartışmalıdır. Tek taraflı tam yarıklarda yşrştşlen çok merkezli randomize Dutcheleft şalışmasında, infant ortopedisinin maksiller ark boyutları şzerinde anlamlı bir uzun dşnem etkisi gşsterilememiştir (Prah et al., 2001). Uzel ve Alparslan da sistematik derlemelerinde PıO'nun uzun dşnem yararlarını destekleyen kanıtın yetersiz olduğunu bildirmiştir(Uzel & Alparslan, 2011) . Bu nedenle NAM; ailenin uyumu, sık kontrol gereksinimi ve maliyet gşz şnşnde tutularak, şzellikle geniş yarıklarda ve belirgin burun deformitesinde seçici olarak uygulanmalıdır.

Daha gşncel kanıtlar NAM'ın etkisini şıktı tşrşne gşe ayırmaktadır. Padovano ve ark. en az 4 yaşına kadar izlenen tek taraflı tam yarıklı hastaları içeren 12 şalışmayı değerlendirmiştir (Padovano et al., 2022). Bu meta-analizde NAM uygulanan çocuklarda, hiç cerrahi şncesi aparey kullanılmayanlara gşe Asher-McDade şlşeğinde kabul edilebilir burun formu ve vermilyon sınırı olasılığı daha yşksek bulunmuştur. Buna karşın nazolabiyal profilde anlamlı fark saptanmamış; NAM ile diğer infant ortopedisi apareyleri arasında da anlamlı fark gşsterilememiştir. Bu bulgular, NAM'ın olası uzun dşnem yararının maksiller arkın boyutlarından çok burun estetiklerinde ortaya şıktığını dşşşndşrmektedir; ancak dahil edilen şalışmaların şoğunun retrospektif olması kanıt dşzeyini sınırlar.

Son yıllarda NAM uygulamasında diğital iş akışı şne şıkmıştır. Yenidoğanda geleneksel şlşe alma işleminin hava yolu riski taşıması nedeniyle ağız içi tarayıcılar kullanılmakta; segmentlerin hedef konumu bilgisayar destekli tasarım (CAD) ortamında planlanarak ardışık apareyler şnceden şiç boyutlu yazıcıyla şretilmektedir (Gong et al., 2020). Abd El-Ghafour ve arkadaşları (2020), randomize kontrollş şalışmalarında şiç boyutlu yazıcıyla şretilen NAM apareyinin tek taraflı yarıklı bebeklerde maksiller ark boyutlarını dşzenlemede etkili olduğunu bildirmiştir (Abd El-Ghafour et al., 2020) . Diğital iş akışı, kontrol sayısını ve ailenin tedavi yşkşnş azaltma potansiyeli taşımakla birlikte, uzun dşnem sonuçları henşz yeterince araştırılmamıştır.

Yenidoğan dşneminde beslenme de şnceliklidir. Yarık damaklı bebekler negatif intraoral basıncı oluşturamadıklarından, sıkıştırılabilir biberonlar ve şzel emzikler kullanılır. Beslenme plaklarının emme etkinliğini artırdığına dair kanıt sınırlıdır.

Primer Cerrahi: Dudak ve Damak Onarımı

Dudak onarımı

Primer dudak onarımı genellikle 3.–6. aylar arasında yapılır. Tek taraflı yarıklarda en yaygın kullanılan yşntem, Millard (1960) tarafından tanımlanan rotasyon-ilerletme tekniğidir (MILLARD, 1960) . Bu teknikte medial segment aşağı rotasyonla, lateral segment ise medyale ilerletilerek birleştirilir; bşylece Cupid yayı hizalanır ve skar doğal filtrum çizgisine yerleştirilir. çift taraflı

yarıklarda Mulliken, dudak ve burun deformitesinin tek seansta simetrik olarak düzeltilmesi, orbicularis oris kasının premaksilla önünde birleştirilmesi ve prolabiumun küçük bir filtrum olarak şekillendirilmesi ilkelerini tanımlamıştır (Mulliken, 1985). Dudak onarımı sırasında primer burun düzeltilmesi de yaygın olarak uygulanır.

Bazı merkezlerde dudak onarımına, alveolar segmentler arasında periost tüneli oluşturarak kemik oluşumunu amaçlayan gingivoperiosteoplasti (GPP) eklenir. NAM ile segmentler yaklaştırıldıktan sonra uygulanan GPP, sonraki kemik greftleme gereksinimini azaltabilir. Ancak bu yaklaşımın maksiller büyüme üzerindeki olası olumsuz etkileri tartışmalıdır (Seifeldin, 2016).

Damak onarımı

Palatoplastinin temel amacı, velofarengeal yeterliliği sağlayarak normal konuşma gelişimine olanak tanımadır. Konuşma gelişimi açısından damak onarımının 18. aydan önce, çoğu merkezde 9.–12. aylar arasında yapılması önerilir (“Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences,” 2018). Yumuşak damak onarımında levator veli palatini kasının anormal sert damak yapışmasından ayrılıp orta hatta yeniden konumlandırılması (intravelar veloplasti) temel ilkedir. Bu ilkenin radikal kas diseksiyonu ile uygulandığı teknik Sommerlad tarafından tanımlanmıştır (Sommerlad, 2003) . Furlow (1986) ise karşılıklı iki Z-plasti ile hem kas halkasını yeniden oluşturan hem de yumuşak damağı uzatan tekniğı tanımlamıştır (Furlow, 1986). Sert damak onarımında iki flepli palatoplasti ve von Langenbeck tekniğı yaygın olarak kullanılır.

Damak onarımının zamanlaması konusundaki en güçlü kanıt, 23 merkezde 558 izole yarık damaklı bebeğın 6. ya da 12. ayda standart teknikle opere edilmek üzere randomize edildiğı TOPS çalışmasından gelmektedir (Gamble et al., 2023) . Beş yaşta velofarengeal yetmezlik sıklığı 6. ayda opere edilen grupta %8,9, 12. ayda opere edilen grupta ise %15,0 bulunmuştur (risk oranı 0,59; %95 Gİ 0,36–0,99). Postoperatif komplikasyonlar iki grupta seyrek ve benzer düzeydedir. Bununla birlikte bu çalışma yalnızca sendromik olmayan, tıbben uygun ve yeterli kaynaklara sahip merkezlerde tedavi edilen izole yarık damaklı bebekleri kapsadığından, sonuçların tam dudak-damak yarıklarına doğrudan genellenmesi uygun değildir.

Velofarengeal yetmezlik

Başarılı bir palatoplastiye rağmen hastaların bir kısmında yumuşak damak ve farenks duvarları konuşma sırasında nazofarenksi yeterince kapatamaz. Velofarengeal yetmezlik (VFY) hipernazalite, nazal hava kaçağı ve kompensatuvar artikülasyon bozukluklarıyla kendini gösterir. Tanı, konuşma ve dil terapistinin algısal değerlendirmesine ek olarak nazoendoskopi ve çok düzlemlı videofloroskopi ile konur. Tedavide öncelik konuşma terapisi-dir;

yapısal yetersizlikte ise farengeal flep, sfinkter faringoplasti ya da yetersiz kas konumlandırması olan hastalarda Furlow tekniğiyle yeniden palatoplasti uygulanır ("Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences," 2018). Cerrahinin uygun olmadığı hastalarda farengeal obturatör (konuşma bulbu) ya da palatal kaldırıcı protezler kullanılabilir. VFY'nin değerlendirilmesi, ileride planlanacak maksiller ilerletmenin konuşma üzerindeki etkisini öngörmek açısından ortodontist ve maksillofasiyal cerrah için de önemlidir.

Primer cerrahinin maksiller büyümeye etkisi

Opere edilmemiş yarıklı erişkinlerde maksiller büyümenin büyük ölçüde normal olması, yarıklı bireylerde görülen maksiller yetersizliğin önemli kısmının iyatrojenik olduğunu düşündürmektedir. Ross, farklı merkezlerde tedavi edilen tek taraflı tam yarıklı bireylerin verilerini incelediği çok bölümlü çalışmasında cerrahi tekniğin ve cerrahın deneyiminin yüz büyümesi üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir(Ross, 1987) . Damak onarımında sert damakta açık bırakılan kemik alanlarında gelişen skar dokusu, maksillanın sagittal ve transversal büyümesini kısıtlar. Bu nedenle ortodontist, cerrahi tekniğin seçimi ve sonuçların izlenmesinde ekibin aktif bir üyesi olmalıdır.

Primer cerrahi protokollerinin karşılaştırılmasındaki en kapsamlı randomize kanıt, Scandcleft çalışmalarından gelmektedir. Bu çalışmalarda üç merkez grubunun yerel protokolleri ortak bir protokolle karşılaştırılmış; 8 yaşındaki 411 çocuğun modelleri GOSLON ölçütüyle kör bir panel tarafından değerlendirilmiştir. Hiçbir denemede protokoller arasında diş arki ilişkisi bakımından anlamlı fark bulunmamıştır(Heliövaara et al., 2020). 5, 8 ve 10 yaş sonuçlarını karşılaştıran izlem çalışması da bu bulguyu doğrulamıştır (Heliövaara et al., 2022). Bu sonuçlar, sert ve yumuşak damak onarımının zamanlaması ve sıralamasındaki farklılıkların tek başına belirleyici olmadığını göstermektedir. Buna göre sonuç üzerinde cerrahi deneyim ve ekip protokolünün tutarlılığı gibi faktörlerin daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Süt Dişlenme Dönemi

Yarıklı bireylerde ortodontik tedavi, tek ve uzun bir tedavi yerine belirli hedeflere yönelik kısa ve sınırlı evreler halinde planlanmalıdır. Bu yaklaşım hem hasta uyumunu korur hem de tedavi yorgunluğunu azaltır (Vig & Mercado, 2015).

Süt dişlenme dönemi, primer cerrahilerin tamamlandığı ve konuşma, işitme ve diş sağlığının yakından izlendiği bir dönemdir. Konuşma ve dil terapisti tarafından yapılan düzenli değerlendirmeler, velofarengeal yetmezliğin erken tanınmasını sağlar; ikincil konuşma cerrahisi gereksinimi genellikle bu dönemde belirlenir ("Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences," 2018). Yarık damaklı çocuklarda

östaki borusu işlev bozukluğuna bağlı efüzyonlu otitis media sık görüldüğünden odyolojik izlem de bu dönemin önemli bir parçasıdır.

Diş hekimliği açısından bu dönemin önceliği koruyucu bakımdır. Yarık bölgesindeki dişlerde mine hipoplazisi ve konum bozuklukları, dudak skarının ağız hijyenini güçleştirilmesiyle birleşince çürük riski artar. Bu nedenle ailelere erken dönemde ağız hijyeni eğitimi verilmeli ve düzenli florür uygulamaları planlanmalıdır. Çürük nedeniyle erken kaybedilen süt dişleri, ileride yapılacak ortodontik tedavi ve alveolar kemik greftlemesi için gerekli ark bütünlüğünü bozabilir.

Süt dişlenme döneminde ortodontik müdahale genellikle gerekmez. Bu dönemde amaç izlem, ağız hijyeni eğitimi ve çürük önlemedir. Fonksiyonel mandibular kaymaya neden olan çapraz kapanışlar ise erken düzeltilebilir. Ancak bu dönemde elde edilen transversal düzeltmenin damak skarı nedeniyle nüks etme eğilimi yüksektir.

Karma Dişlenme Dönemi ve Maksiller Ekspansiyon

Karma dişlenme dönemi, ortodonti ile cerrahinin en yakın işbirliği yaptığı evredir. Greft öncesi ortodontik tedavinin amaçları şunlardır:

- **Maksiller genişletme:** Kollabe olmuş yarık segmentinin genişletilmesi, arka çapraz kapanışın düzeltilmesini ve cerrahın yarık bölgesine daha iyi erişmesini sağlar. Segmentlerin ön bölgede kontrolü için fan tipi ya da quad-helix gibi farklı genişletme apareyleri kullanılabilir. Genişletme yarığı ve fistülü büyütebileceğinden, miktarı cerrahla birlikte planlanmalıdır.
- **Kesicilerin hizalanması:** Rotasyonlu ve çapraz kapanıştaki kesiciler düzeltilebilir. Ancak yarık komşu dişlerin kökleri ince kemik örtüsüne sahip olduğundan, bu dişler greftlemeden önce yarık yönüne hareket ettirilmemelidir; kök hareketleri greftleme sonrasına bırakılmalıdır.
- **Greft sonrası retansiyon:** Genişletme sonrası kazanılan ark formu, greftleme sırasında ve sonrasında sabit bir retainer ya da transpalatal ark ile korunmalıdır.

Maksiller ekspansiyonun planlanması

Yarıklı hastalarda maksiller darlık, yarık tarafındaki küçük segmentin içe doğru kollapsı ve damak skarının transversal büyümeyi kısıtlaması sonucu gelişir. Bu nedenle darlık çoğunlukla asimetriktir ve ön bölgede, kanin hizasında daha belirgindir. Yarıklı olmayan bireylerden farklı olarak ekspansiyonun amacı yalnızca çapraz kapanışı düzeltmek değildir. Ekspansiyon aynı zamanda segmentleri greftleme öncesinde uygun konuma getirir ve cerrahın yarık bölgesine erişimini kolaylaştırır.

Bu anatomik farklılık, ön bölgede daha fazla genişleme sağlayan genişletici tasarımlarını gündeme getirmiştir. Figueiredo ve ark., tek taraflı yarıklı 20 hastayı modifiye Hyrax ya da ters mini-Hyrax genişleticiye randomize etmiş ve greft öncesinde KIBT ile değerlendirmiştir (Figueiredo et al., 2016) . Her iki genişletici de anlamlı transversal genişleme sağlamış, gruplar arasında genel olarak fark saptanmamıştır. Genişleme kron düzeyinde apeks düzeyinden fazla, posterior bölgede ise anteriordan daha belirgin bulunmuştur. Yarıklı ve yarıksız taraflar simetrik olarak genişlemiştir. Bu bulgular, diş destekli genişleticilerin yarıklı hastalarda da önemli ölçüde dentoalveolar etki oluşturduğunu göstermektedir.

Ekspansiyonun greftlemeden önce mi sonra mı yapılması gerektiği tartışmalıdır. Greft öncesi ekspansiyon, segmentlerin doğru konumda kemikle birleştirilmesini ve daha geniş bir cerrahi erişimi sağlar; ancak yarık boşluğunu ve varsa fistülü büyütebilir. Greft sonrası ekspansiyon ise greftlenmiş kemiğin bütünlüğünü zorlayabilir. Bu nedenle ekspansiyon miktarı cerrahla birlikte belirlenmeli, kazanılan ark formu greftleme sırasında ve sonrasında sabit bir aparey ile korunmalıdır.

Maksiller protraksiyon

Büyüme dönemindeki yarıklı hastalarda maksiller yetersizliğin tedavisinde yüz maskesi ile maksiller protraksiyon uygulanır. Liou ve Tsai, sütürlerin mobilizasyonunu artırmak amacıyla haftalık dönüşümlü hızlı genişletme ve daraltma (Alt-RAMEC) protokolünü yarıklı hastalarda tanımlamıştır (Liou & Tsai, 2005) . De Clerck ve ark. ise mandibula ve zigomatik buşona yerleştirilen miniplaklara uygulanan Class III elastiklerle kemik destekli maksiller protraksiyonu tanımlamıştır (De Clerck et al., 2009) . Kemik destekli protraksiyon, diş destekli yöntemlerde görülen dentoalveolar yan etkileri azaltmakta ve alveolar yarık greftlendikten sonra uygulandığında maksillanın tek parça olarak hareket etmesine olanak tanımaktadır.

Tindlund, 10 yaşından önce maksiller genişletme ile birlikte yüz maskesi uygulanan yarıklı hastalarda maksillanın öne hareketi ve kesici ilişkisinin düzelmesiyle olumlu iskeletsel yanıt elde edildiğini bildirmiştir (Tindlund, 1994) . Bununla birlikte yarıklı hastalarda protraksiyonun etkinliği, damak skarının maksillanın hareketini kısıtlaması nedeniyle yarıksız Class III hastalara göre daha sınırlı ve değişkendir. Mandibular büyümenin tedavi sonrasında sürmesi nüksün başlıca nedenidir; bu nedenle aşırı düzeltme yapılması ve büyüme tamamlanana kadar gece kullanılan yüz maskesi ya da Class III elastiklerle retansiyon önerilir. Ciddi maksiller yetersizliği olan hastalarda protraksiyonun amacı ortognatik cerrahiden kaçınmak değil, ergenlik döneminde okluzyonu ve yüz estetiğini iyileştirmek ve gerekecek cerrahi ilerletme miktarını azaltmak olarak belirlenmelidir.

Yarıklı hastalarda kemik destekli protraksiyona (bone-anchored maxillary protraction, BAMP) yönelik kanıtlar son yıllarda artmıştır. Faco ve ark., sekonder

alveolar kemik greftlemeden en az 6 ay sonra maksiller posterior bölgeye ve mandibular anterior bölgeye Bollard miniplakları yerleştirilen 23 tek taraflı tam yarıklı hastayı incelemiştir (Faco et al., 2019) . Ortalama 18 ay tam gün Class III elastik kullanımı sonrasında BAMP grubunda, yaş ve cinsiyet bakımından eşleştirilmiş tedavisiz kontrollere göre daha fazla maksiller protrüzyon (SNA) ve Class III uyumsuzluğunda (ANB, Wits) daha belirgin azalma saptanmıştır. Bu protokolda miniplakların greftlemeden sonra yerleştirilmesi, maksillanın tek parça halinde hareket ettirilmesine olanak tanır. Bununla birlikte BAMP'ın büyüme sonuna kadar stabilitesi ve ortognatik cerrahi gereksinimini ne ölçüde azalttığı konusundaki veriler hâlâ sınırlıdır.

Alveolar Yarık ve Sekonder Alveolar Kemik Greftleme

Alveolar yarık, dudak yarığı ($\pm$ damak yarığı) olan bireylerin büyük çoğunluğunda bulunur ve primer cerrahiden sonra genellikle açık kalır. Tedavi edilmeyen alveolar yarık; maksiller segmentlerin instabilitesi ve kollapsı, yarık komşu dişlerde periodontal destek kaybı, daimi kaninin sürememesi, oronazal fistül, nazal taban ve alar kaide desteğinin yetersizliği ile protetik rehabilitasyonda güçlük gibi sorunlara yol açar. Alveolar kemik greftlemenin (AKG) amaçları şunlardır:

- Maksiller arkin sürekliliğini ve segment stabilitesini sağlamak
- Yarık komşu dişlere kemik desteği sağlamak ve kaninin greftlenmiş kemiğe sürmesine olanak tanımak
- Oronazal fistülü kapatmak ve burun kanadı tabanını desteklemek
- Ortodontik diş hareketi ve gerektiğinde implant yerleşimi için yeterli kemik hazırlamak

Zamanlama

Greftleme zamanlaması primer (dudak onarımı sırasında ya da 2 yaşından önce), erken sekonder (2–5 yaş), sekonder (6–13 yaş) ve geç sekonder (erişkin dönem) olarak sınıflandırılır. Primer greftlemenin maksiller büyümeyi olumsuz etkilediğinin görülmesinin ardından, Boyne ve Sands, karma dişlenme döneminde uygulanan sekonder greftlemeyi tanımlamıştır (Boyne & Sands, 1972) . Oslo ekibinin uzun dönem sonuçları, 9–11 yaş aralığında, daimi kaninin kökünün yaklaşık üçte biri ile yarısı olduğu dönemde yapılan greftlemenin en yüksek başarıyı sağladığını göstermiştir (Åbyholm et al., 1981). Kanin sürmeden önce yapılan greftleme, süren dişin alveolar kemiği uyarıp taşıması sayesinde daha yüksek kemik seviyesiyle sonuçlanır. Kaninin sürmesinden sonra yapılan greftlemede ise başarı oranları belirgin olarak düşer.

Zamanlamanın belirlenmesinde kronolojik yaştan çok dental yaş esas alınır. Yarık komşu lateral kesicinin varlığı ve korunabilirliği durumunda, bu dişin sürmesine olanak tanımak için greftleme 5–7 yaşlarına çekilebilir (Kaura et al.,

2018). Yarık komşu santral kesicinin yetersiz kemik desteği nedeniyle risk altında olduğu olgularda da daha erken greftleme değerlendirilebilir.

Greft materyalleri

Otojen kemik, osteogenetik, osteoindüktif ve osteokondüktif özellikleri nedeniyle altın standart kabul edilir. En sık kullanılan verici bölge, bol miktarda kansellöz kemik sağlayan anterior iliak krestir. Alternatif verici bölgeler arasında mandibular simfiz, proksimal tibia, kraniyal kalvaryum ve kosta yer alır. Mandibular simfiz, aynı cerrahi alanda elde edilmesi ve yatak süresini kısaltması nedeniyle küçük yarıklarda tercih edilebilir; ancak gelişmekte olan daimi diş germelerine zarar verme riski taşır.

Verici bölge morbiditesini azaltmak amacıyla rekombinant kemik morfogenetik protein-2 (rhBMP-2), demineralize kemik matriksi, allogreftler, ksenogreftler, sentetik kalsiyum fosfat kemik yerine koyucular ve trombosit zengin fibrin (PRF) gibi otolog kan ürünleri araştırılmaktadır. Sistematik derlemeler, rhBMP-2'nin bazı çalışmalarda iliak greftle karşılaştırılabilir sonuçlar verdiğini, ancak alternatif materyallerin üstünlüğünü gösterecek düzeyde kanıt bulunmadığını bildirmektedir (Guo et al., 2011). rhBMP-2'nin pediatrik yarık hastalarında kullanımı birçok ülkede endikasyon dışıdır ve ödem gibi yan etkiler açısından dikkat gerektirir.

Nisan 2024'e kadar yayımlanmış altı çalışmayı içeren güncel bir meta-analiz bu belirsizliği desteklemektedir. Xu ve Liu, 6 aylık izlemde otojen iliak greftle daha yüksek kemik oluşumu elde edildiğini bildirmiştir (Xu & Liu, 2026) . Yazarlar, rhBMP-2'nin kemik hacmi ve kemik oluşum oranı bakımından belirgin bir üstünlük sağlamadığı ve zarar potansiyeli taşıdığı sonucuna varmıştır. Bu nedenle günümüzde alternatif materyaller, iliak greftin rutin yerine geçecek bir seçenek olarak değil; verici bölge morbiditesinin özellikle istenmediği ya da tekrarlayan greftleme gereken seçilmiş olgularda değerlendirilmelidir.

Trombosit zengin fibrin (PRF) ve trombosit zengin plazma (PRP) gibi otolog trombosit konsantrelerinin otojen grefte eklenmesi de yaygın olarak araştırılmıştır. Vásquez-Álvarez, Wang ve Zapata, 19 çalışmayı içeren meta-analizlerinde trombosit konsantrisi eklenen gruplarla yalnızca otojen greft uygulanan gruplar arasında fark saptamamıştır (Vásquez-Álvarez et al., 2025). Bu sonuç 3. ve 6. aydaki kemik yoğunluğu, 6. aydaki rejenere kemik hacmi yüzdesi ve 12. aydaki yeni kemik hacmi için geçerlidir; yara açılması ve fistül kapanması gibi klinik sonuçlarda da fark görülmemiştir. Thangarajah ve ark. sistematik derlemelerinde PRF ya da PRP kullanılan gruplarla kontrol gruplarının benzer sonuçlar elde ettiğini bildirmiştir (Thangarajah et al., 2024). Bu nedenle mevcut kanıtlar, trombosit konsantrelerinin alveolar yarık greftlemesinde rutin kullanımını desteklememektedir.

Doku mühendisliği ve kök hücre uygulamaları

Verici bölge morbiditesini tamamen ortadan kaldırma hedefi, alveolar yarık rekonstrüksiyonunda hücre temelli doku mühendisliği yaklaşımlarını gündeme getirmiştir. Bu yaklaşımlarda kemik iliği, süt dişi pulpası ya da bukkal yağ dokusundan elde edilen mezenkimal kök hücreler, osteokondüktif bir iskele (örneğin hidroksiapatit, beta-trikalsiyum fosfat ya da kollajen) ile birlikte yarığa yerleştirilir. Li ve arkadaşları (2025), toplam 51 hastayı içeren dört randomize kontrollü çalışmayı incelemiştir (Li et al., 2025). Meta-analizde hücre tedavisi ile iliak kemik grefti arasında kemik hacmi ve postoperatif komplikasyonlar bakımından anlamlı fark saptanmamıştır. Alfayez ve Alghamdi, ise aynı konudaki kanıtın toplam 57 hastaya dayandığını ve kök hücre kullanımını desteklemek için yetersiz olduğunu vurgulamıştır (Alfayez & Alghamdi, 2022). Yazarlar, bu tedavinin savunmasız pediatrik hasta grubunda yaygınlaştırılmasından önce standart protokollere ve erişkinlerde daha fazla kanıtı ihtiyaç olduğunu belirtmiştir.

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kök hücre uygulamalarının iliak greftle karşılaştırılabilir sonuçlar verebileceği, ancak üstünlüklerinin gösterilmediği söylenebilir. Hücre izolasyonu ve çoğaltma için gereken laboratuvar altyapısı, maliyet ve düzenleyici gereklilikler de klinik yaygınlaşmayı sınırlamaktadır. Bu nedenle kök hücre temelli rekonstrüksiyon günümüzde klinik araştırma kapsamında değerlendirilmesi gereken bir yaklaşımdır.

Cerrahi teknik

Cerrahi, yarık kenarları boyunca yapılan insizyonla nazal ve oral muköz flepler kaldırılarak başlar. Önce nazal mukoza kapatılarak yarığın nazal tabanı oluşturulur. Ardından kansellöz kemik yarık boşluğuna, piriform aperture tabana ve alveolar krete kadar sıkıştırılarak yerleştirilir. Son olarak oral taraf, gerilimsiz primer kapanışı sağlayacak şekilde keratinize diş eti içeren muköz ya da mukoperiosteal ilerletme fleplerle kapatılır. Keratinize dokuyla kapanış, süren kaninin çevresinde sağlıklı bir periodontal yapı oluşmasına katkı sağlar. Çift taraflı yarıklarda premaksillanın kanlanması korumak için vomer mukozasına dikkat edilmeli; hareketli premaksilla gerektiğinde splintle stabilize edilmelidir.

KIBT verileri, alveolar yarığın hacminin ameliyat öncesinde ölçülmesine ve gereken greft miktarının önceden belirlenmesine olanak tanır. Kasaven ve ark., tek taraflı yarıklı 15 hastada sanal üç boyutlu modeller ile üç boyutlu yazıcıyla üretilen modellerin, doğrulanmış bir algoritmayla karşılaştırıldığında yarık hacmini benzer kesinlikte hesapladığını bildirmiştir (Kasaven et al., 2017) . Gözlemciler arası uyum neredeyse mükemmel bulunmuş, en yüksek kesinlik sanal modellerde elde edilmiştir. Bu yaklaşım, greftin verici bölgeden gerektiği kadar alınmasını sağlayarak morbiditeyi azaltma potansiyeli taşır. Hacim ölçümüne dayanarak tasarlanan ve üç boyutlu yazıcıyla üretilen hastaya özel

kalıplar da greftin yarık şeklinde hazırlanmasında kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemi partikül greftle karşılaştıran randomize klinik çalışmalar hâlen sürmektedir.

Çift taraflı yarıklarda premaksilla yönetimi

Çift taraflı tam yarıklarda premaksilla yalnızca vomer aracılığıyla kafa kaidesine bağlıdır. Bu nedenle premaksilla sıklıkla önde ve aşağıda konumlanmış, hareketli ve rotasyonludur. Her iki alveolar yarığın greftlenmesi, premaksillanın stabilizasyonu için gereklidir. Greftleme tek seansta ya da iki aşamada yapılabilir; tek seanslı yaklaşımda premaksillanın kanlanması büyük ölçüde vomer mukozası ve labial yumuşak dokulara bağlı kaldığından flep tasarımı özenle planlanmalıdır. Premaksillanın ciddi protrüzyon ya da ekstrüzyon gösterdiği olgularda, greftlemeyle eş zamanlı premaksiller osteotomi ile premaksilla geriye ve yukarıya konumlandırılabilir. Bu durumda premaksilla, cerrahi öncesinde hazırlanan akrilik splint ya da sabit ortodontik ark teli ile en az 6–8 hafta stabilize edilmelidir. Çift taraflı yarıklarda greft başarı oranları tek taraflı yarıklara göre daha düşüktür; greft öncesi ortodontik hazırlıkta premaksillanın hizalanması ve lateral segmentlerin genişletilmesi, cerrahi erişimi ve yumuşak doku kapanışını kolaylaştırır.

Başarılı etkileyen faktörler ve değerlendirme

Greft başarısını etkileyen başlıca faktörler hastanın dental yaşı, yarık genişliği, ağız hijyeni, yumuşak doku kapanışının kalitesi ve çift taraflı yarık varlığıdır. Geniş yarıklarda greft başarısının azaldığı bildirilmiştir (Long et al., 1995). Enemark ve ark. uzun dönem takipli çalışmalarında, greftlenmiş bölgeye süren ya da ortodontik olarak taşınan dişlerin kemik seviyesini koruduğunu göstermiştir (Enemark et al., 1987).

Greft sonucu klasik olarak periapikal ya da okluzal radyograflarda interalveolar septum yüksekliğini dört kategoride değerlendiren Bergland ölçeğiyle incelenir (Bergland et al., 1986). Tip I normal septum yüksekliğini, Tip II en az $\frac{3}{4}$ yükseklikte septumu, Tip III $\frac{3}{4}$ 'ün altında septumu, Tip IV ise başarısız greftlemeyi ifade eder. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), iki boyutlu radyograflarda üst üste binmeler nedeniyle görülemeyen labiopalatal kemik kalınlığını ve greft hacmini değerlendirmeye olanak tanır. KIBT çalışmaları, radyografik olarak başarılı görünen greftlerde bile hacimsel olarak belirgin rezorpsiyon olabileceğini göstermiştir (Oberoi et al., 2009). KIBT, radyasyon dozu göz önünde tutularak ALARA ilkesine uygun ve endikasyona dayalı olarak kullanılmalıdır.

Olası komplikasyonlar arasında yara açılması, enfeksiyon, greft kaybı, fistülün tekrarlaması, yarık komşu dişlerde eksternal kök rezorpsiyonu ve verici bölgede ağrı ya da yürüme güçlüğü sayılabilir. Başarısız greftlerde yeniden greftleme genellikle 6–12 ay sonra planlanır.

Greft sonrası ortodontik diş hareketine, greftin konsolidasyonu için genellikle 3 ay sonra başlanır. Greftlenmiş kemiğe ortodontik diş hareketi, greftin fonksiyonel uyarıyla korunmasına katkıda bulunur.

Greft kalitesinin radyografik doku analiziyle değerlendirilmesi

Greft başarısının geleneksel olarak kemik köprüsünün yüksekliği ve hacmiyle değerlendirilmesi, oluşan kemiğin iç yapısı hakkında bilgi vermez. Fraktal boyut analizi, trabeküler kemik ağının karmaşıklığını rutin radyograflar üzerinden invaziv olmayan bir yöntemle sayısallaştırır. Laküarite analizi ise trabeküller arası boşlukların dağılımını tanımlayarak bu bilgiyi tamamlar. Kaba ve ark., yarık dışı alveolar kret ogmentasyonunda otojen greft uygulanan 50 hastada alıcı bölgenin fraktal boyutunun 5. ayda 1. haftaya göre anlamlı olarak arttığını göstermiştir(Kaba et al., 2022). Bu bulgu, yöntemin greft iyileşmesini izlemeye kullanılabileceğini düşündürmektedir. Yarıklı hastalarda ise Özden ve Çicek, çift taraflı yarıklı çocuklarda sağ kondil bölgesinin fraktal boyutunun kontrol ve tek taraflı yarık gruplarına göre anlamlı olarak düşük olduğunu bildirmiştir (Özden & Cicek, 2024). Bu sonuç, yarığın trabeküler kemik mimarisini maksilla dışında da etkileyebileceğine işaret etmektedir.

Buna karşın greftlenmiş alveolar yarık bölgesinin trabeküler yapısını fraktal boyut ve laküarite ile izleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Greft kemiğinin zaman içindeki yeniden yapılanması, farklı greft materyallerinin kemik kalitesine etkisi ve greftlenmiş kemiğe süren ya da ortodontik olarak taşınan dişlerin trabeküler yapıyı nasıl etkilediği yanıtlanmayı bekleyen sorulardır. Radyografik doku analizi, hacimsel KIBT ölçümleriyle birlikte kullanıldığında greft başarısının hem nicel hem de nitel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayabilir.

Kanin Sürmesi ve Yarık Bölgesindeki Diş Eksikliklerinin Yönetimi

Sekonder greftlemenin karma dişlenme döneminde, daimi kanin sürmeden önce yapılmasının temel gerekçesi, kaninin greftlenmiş kemiğe sürerek bu kemiği fonksiyonel olarak uyarması ve alveolar yüksekliğin korunmasına katkı sağlamasıdır (Bergland et al., 1986). Greftlenmiş bölgeye süren ya da ortodontik olarak taşınan dişlerin kemik seviyesini uzun dönemde koruduğu da gösterilmiştir (Enemark et al., 1987). Bu nedenle greftleme sonrasında kaninin sürme yolu, kron-kök açılması ve kök gelişimi düzenli radyografik kontrollerle izlenmelidir.

Kanin çoğu olguda greftlenmiş kemiğe kendiliğinden sürer. Ancak yarık bölgesinde kanin, sürme yolunun sapması ve yeterli kemik bulunmaması nedeniyle gömülü kalmaya yatkındır. Beklenen sürede sürmeyen kaninlerde önce sürme yolunu engelleyen süt kaninin çekimi değerlendirilir. Bu yeterli olmazsa cerrahi açığa çıkarma ve ortodontik traksiyon planlanır. Açığa çıkarma sırasında keratinize diş etinin korunması, süren dişin çevresinde sağlıklı bir periodontal yapı oluşması açısından önemlidir.

Yarık tarafındaki lateral kesicinin eksik, mikrodont ya da malforme olması, bu dönemde verilmesi gereken ikinci temel karardır. Kaninin lateral kesici yerine taşınması (boşluk kapatma) ile boşluğun ileride implant ya da protez için korunması arasındaki seçim; hastanın iskeletsel ilişkisi, kaninin boyutu ve rengi ile greftlenmiş kemiğin hacmi göz önünde tutularak yapılır. Son yıllarda bu seçeneklere biyolojik bir alternatif olarak diş ototransplantasyonu da eklenmiştir.

Diş ototransplantasyonu: Yarık bölgesindeki eksik dişin, hastanın kendi dişiyle (çoğunlukla alt premolar) biyolojik olarak yerine konması implant ve protez alternatifi olarak gündemdedir. Özellikle büyüme dönemindeki hastalarda implant yapılamaması bu yaklaşımı cazip kılar. Sulaiman ve ark., yarıklı hastalarda ototransplantasyona ilişkin ilk sistematik derlemede 23 hastada yapılan 27 transplantasyonu incelemiştir (Sulaiman et al., 2026). Hastaların çoğuna önceden iliak kemikle sekonder greftleme yapılmış; en sık verici diş alt premolarlar olmuştur. Transplante edilen 27 diştten 26'sı (%96,3) korunmuştur. Ancak kanıt yalnızca olgu serileri ve olgu raporlarına dayanmaktadır; bu nedenle kararın verici dişin kök gelişimi ve alıcı bölgedeki kemik hacmi göz önünde tutularak bireysel olarak verilmesi gerekir.

Daimi Dişlenme Dönemi ve Kapsamlı Ortodontik Tedavi

Daimi dişlenme döneminde kapsamlı sabit ortodontik tedavi uygulanır. Bu dönemde karşılaşılan başlıca sorunlar ve yönetimleri şunlardır:

- **Lateral kesici eksikliği:** Yarık tarafında lateral kesici sıklıkla eksik, mikrodont ya da malforme olup, yarığın her iki tarafında da bulunabilir. Tedavide kaninin lateral kesici yerine taşınması (boşluk kapatma) ya da boşluğun implant veya protez için korunması seçenekleri değerlendirilir. Greftlenmiş alana kaninin taşınması, protez gereksinimini ortadan kaldırdığı ve kemiği fonksiyonel olarak uyardığı için birçok merkezde tercih edilmektedir.
- **Gömülü kanin:** Greftleme sonrası kaninin kendiliğinden sürme oranı yüksektir; ancak sürmeyen kaninlerde cerrahi açığa çıkarma ve ortodontik sürdürme gerekebilir.
- **Transversal ve sagittal uyumsuzluklar:** Maksiller darlık ve Class III ilişki sık görülür. İskeletsel uyumsuzluğun ciddiyeti, ortodontik kamuflej ile ortognatik cerrahi arasındaki kararı belirler.
- **Retansiyon:** Yarıklı bireylerde damak skarı nedeniyle transversal nüks eğilimi yüksektir. Bu nedenle uzun süreli ya da kalıcı retansiyon gerekir; gerektiğinde boşlukları da koruyan sabit protetik retainer uygulanır.

Şeffaf plaklar: Şeffaf plakların yarıklı hastalardaki kullanımı, cerrahi öncesi ortodontik hazırlıktan karma dişlenme döneminde maksiller genişletmeye kadar

genişlemektedir (Meazzini et al., 2024). Karma dişlenme dönemindeki çift taraflı yarıklı hastalarda plaklarla genişletmenin KIBT ile değerlendirildiği pilot çalışmalar sürmektedir. Yarık bölgesindeki boşluklar, eksik dişler ve sıg vestibül, plakların tutuculuğunu ve kontrolünü zorlaştırabilir.

İskeletsel Uyumsuzluğun Cerrahi Tedavisi

Tam yarıklı bireylerin önemli bir kısmında büyüme tamamlandığında ortodontik kamuflajla düzeltilemeyecek düzeyde maksiller yetersizlik gelişir ve ortognatik cerrahi gerekir. Bu oran merkezlere ve primer cerrahi protokollerine göre belirgin farklılık gösterir.

Ortognatik cerrahi

Yarıklı hastalarda en sık uygulanan işlem Le Fort I osteotomisi ile maksiller ilerletmedir. Mandibular prognati eşlik ettiğinde ya da maksiller ilerletme miktarı sınırlı kaldığında bimaxiller cerrahi planlanır. Yarıklı hastalarda cerrahiye zorlaştıran faktörler arasında damak skar dokusunun ilerletmeyi kısıtlaması, maksiller segmentlerin kanlanması bozulmuş olması ve kalıcı fistüller sayılabilir. Alveolar yarığın ortognatik cerrahiden önce greftlenmiş olması, maksillanın tek parça olarak hareket ettirilmesine ve fiksasyonun güvenliğine olanak tanır.

Ortognatik cerrahinin yarıklı hastalardaki önemli bir riski, maksiller ilerletmenin velofarengal kapanışı bozarak hipernazaliteye yol açmasıdır. Bu nedenle cerrahi öncesi konuşma değerlendirmesi yapılmalı, sınırda velofarengal yeterliliği olan hastalar ve aileleri bu konuda bilgilendirilmelidir. Cerrahi sonrası sagittal nüks, yarıksız hastalara göre daha yüksektir ve büyük ilerletmelerde belirginleşir.

Güncel bir sistematik derleme bu riskleri sayısal olarak ortaya koymuştur. Chinta ve ark., yarıklı hastalarda ortognatik cerrahi sonuçlarını bildiren 62 çalışmayı (2550 hasta, ortalama yaş yaklaşık 20) incelemiştir (Chinta et al., 2024). Çalışmalarda en sık uygulanan işlem Le Fort I osteotomisidir. Ortalama yatay ilerletme 6,09 mm, buna karşılık gelen nüks 0,98 mm olarak bildirilmiştir. Velofarengal yetmezlik skorları başlangıca göre ortalama %63 kötüleşmiş, artikülasyon ise ortalama %33 iyileşmiştir. Yazarlar, nüks ve velofarengal yetmezliği en sık karşılaşılan sorunlar olarak vurgulamıştır.

Yarıklı hastalarda ortognatik cerrahi planlaması, maksiller asimetri, dental anomaliler ve önceki cerrahilere bağlı skar dokusu nedeniyle yarıksız hastalara göre daha karmaşıktır. KIBT verileri ve dijital dental modeller kullanılarak yapılan üç boyutlu sanal cerrahi planlama, maksillanın asimetrik hareketlerinin öngörülmesine ve üç boyutlu yazıcıyla üretilen cerrahi splintlerin hazırlanmasına olanak tanır. Kalıcı alveolar yarık ya da geniş boşluk bulunan hastalarda segmental Le Fort I osteotomisi ile yarık segmentleri yaklaştırılarak boşluk kapatılabilir ve eş zamanlı kemik greftlemesi yapılabilir. Cerrahi öncesi

ortodontide dental kompensasyonların giderilmesi, yarık komşu dişlerin köklerinin osteotomi hattından uzaklaştırılması ve maksiller segmentlerin uyumlu ark formuna getirilmesi amaçlanır. Cerrahi sonrası ortodontik tedavi ise okluzyonun detaylandırılması ve nüksün izlenmesi açısından önemlidir.

Cerrahi öncesi ortodontik hazırlığın kısaltıldığı ya da atlandığı önce cerrahi (surgery-first) yaklaşımı yarıklı hastalarda da uygulanmaya başlanmıştır. Liao ve ark., bimaxiller cerrahi uygulanan 41 tek taraflı yarıklı hastayı KIBT ile değerlendirmiştir (Liao et al., 2024) . Maksillada 1 mm'nin, mandibulada 2 mm'nin altında, klinik olarak anlamsız nüks bildirilmiş; çene ilişkisi, kesici açılanması, oklüzyon ve menton sapmasında belirgin iyileşme elde edilmiştir. Hasta memnuniyeti de yüksek bulunmuştur. Ancak kanıt düzeyi tek merkezli retrospektif serilerle sınırlıdır. Bu nedenle yaklaşımın seçilmiş hastalarda ve dijital planlama olanağı olan deneyimli ekiplerce uygulanması uygundur.

Dijital iş akışı ortognatik hazırlık aşamasına da yansımaktadır. Meazzini ve ark., çok parçalı Le Fort I osteotomisi planlanan yarıklı ve iskeletsel Class III hastalarda şeffaf plaklarla yapılan cerrahi öncesi ortodontik hazırlığı, eşleştirilmiş sabit aparey grubuyla karşılaştırmıştır (Meazzini et al., 2024). Şeffaf plak grubunda kabul edilebilir cerrahi öncesi oklüziona bir ya da hiç düzeltme aşaması gerekmeden ulaşılmış; toplam tedavi süresi gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Ancak mevcut yazılımların segmental cerrahiyi öngörmede sınırlı kalması nedeniyle, yazarlar ek bir dijital çakıştırma yöntemi önermiştir.

Distraksiyon osteogenezi

Distraksiyon osteogenezi (DO), osteotomi hattının kademeli olarak ayrılmasıyla yeni kemik ve çevre yumuşak dokularının eş zamanlı olarak oluşturulması ilkesine dayanır. Polley ve Figueroa (1997), ciddi maksiller yetersizliği olan yarıklı hastalarda Le Fort I osteotomisini takiben uygulanan harici, ayarlanabilir, rijit distraksiyon cihazını tanımlamıştır. Bu yöntemle 10 mm'nin üzerindeki ilerletmeler elde edilebilmektedir (Figueroa & Polley, 1999). Cheung ve Chua, meta-analizlerinde, DO'nun büyük ilerletmelerde geleneksel ortognatik cerrahiye göre daha az iskeletsel nüks gösterdiğini ve velofarengal fonksiyon üzerinde daha sınırlı olumsuz etki oluşturduğunu bildirmiştir (Cheung & Chua, 2006) . Buna karşın DO; cihazın uzun süre taşınması, hasta konforu ve ikinci bir cerrahi gereksinimi gibi dezavantajlara sahiptir. Harici cihazların yanı sıra dahili (intraoral) distraktörler de kullanılmaktadır.

Alveolar distraksiyon ve segmental transport distraksiyonu, geniş alveolar yarıklarda ve konvansiyonel greftlemenin başarısız olduğu olgularda yarık boşluğunu azaltmak amacıyla seçilmiş hastalarda kullanılabilecek bir alternatiftir.

Erişkinde transversal yetersizlik

Mini vida destekli hızlı maksiller genişletme (MARPE): Yarıklı ergen ve erişkinlerde maksiller darlık, damak skarı ve asimetrik maksilla nedeniyle geleneksel diş destekli genişleticilerle sınırlı iskeletsel yanıt verir. Sonlu elemanlar analizi çalışmaları, tek taraflı yarıklı geç ergenlerde kemik destekli genişleticinin alveolar ve palatal düzeyde daha fazla transversal iskeletsel genişleme oluşturduğunu ve asimetrik maksillayı cerrahi destek olmadan düzeltmede avantaj sağlayabileceğini göstermiştir (Meng et al., 2022). Çift taraflı yarıklı bir modelde de diş destekli genişleticinin gerilimi daha çok dentoalveolar bölgede yoğunlaştırdığı bildirilmiştir (PATIÑO et al., 2024). Ancak bu bulgular biyomekanik modellere dayanmaktadır; yarıklı hastalarda MARPE'nin etkinliğini ve stabilitesini değerlendiren klinik çalışmalar henüz sınırlıdır.

Erişkin Dönemde Rehabilitasyon

Yarık bölgesindeki diş eksikliğinin giderilmesinde ilk tercih, mümkün olduğunda kaninin greftlenmiş alana taşınarak boşluğun ortodontik olarak kapatılmasıdır. Boşluğun kapatılamadığı ya da dişsel ve iskeletsel koşulların buna uygun olmadığı durumlarda boşluk; yapıştırmalı köprü, konvansiyonel sabit bölümlü protez ya da dental implant ile rehabilite edilir. Büyüme dönemindeki hastalarda boşluk, çoğunlukla hareketli ya da yapıştırmalı geçici bir protezle korunur.

Greftlenmiş alveolar yarıқта dental implant uygulaması, komşu dişlerin hazırlanmasını gerektirmemesi ve greftlenmiş kemiğe fonksiyonel yük aktararak kemik rezorpsiyonunu sınırlaması nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. Kearns ve ark., greftlenmiş alveolar yarıklara yerleştirilen implantlarda yüksek başarı oranları bildirmiştir (Kearns et al., 1997). İmplant uygulaması için iskeletsel büyümenin tamamlanmış olması gerekir; büyüme devam ederken yerleştirilen implant, çevre dişlerle birlikte sürmeyeceğinden infraokluzyonda kalır. Greftlemeden yıllar sonra kemik hacmi azalmış olabileceğinden, implant planlamasında KIBT ile kemik yüksekliği ve genişliği değerlendirilmeli; yetersiz kemikte ek augmentasyon planlanmalıdır. İmplant öncesi ortodontik tedavide yarık komşu dişlerin köklerinin paralelleştirilmesi ve yeterli interradiküler mesafe oluşturulması gerekir.

Yarık bölgesinde estetik sonucu sınırlayan başlıca faktörler; skar dokusu, yetersiz keratinize diş eti, papil kaybı ve dudak revizyonu gerektirebilecek yumuşak doku asimetrisidir. Kapatılamayan oronazal fistül ya da geniş doku kaybı olan erişkin hastalarda obturatör içeren hareketli protezler hâlâ geçerli bir seçenektir.

Sekonder yumuşak doku cerrahileri

Erişkin dönemde tedavi süreci, iskeletsel ve dental rehabilitasyonun ardından yumuşak doku düzeltmeleriyle tamamlanır. Sekonder rinoplasti, dudak skarı

revizyonu ve kalıcı oronazal fistüllerin kapatılması bu dönemin başlıca işlemleridir. Burun iskeletsel bir taban üzerinde konumlandığından, maksiller ilerletme burun kanadı tabanını ve burun ucunu belirgin biçimde değiştirir. Bu nedenle kesin sekonder rinoplastinin, ortognatik cerrahi gerekiyorsa ondan sonra ve iskeletsel büyümenin tamamlanmasının ardından yapılması genel olarak kabul görmektedir. Dudak revizyonu ise burun ve iskeletsel yapılar düzeltildikten sonra son aşama olarak planlanır. Bu sıralama, her işlemin bir öncekinin oluşturduğu stabil taban üzerine yapılmasını sağlar ve gereksiz tekrar cerrahilerin önüne geçer.

Tedavi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Farklı tedavi protokollerinin karşılaştırılabilmesi için standart ve tekrarlanabilir sonuç ölçütleri gereklidir. Mars ve ark., tarafından geliştirilen GOSLON ölçütü (GOSLON Yardstick), tek taraflı tam yarıklı hastaların diş arkı ilişkisini karma dişlenme dönemindeki (yaklaşık 10 yaş) diş modelleri üzerinden beş kategoride sınıflandırır (Mars et al., 1987). 1. ve 2. kategoriler mükemmel ve iyi sonucu, 5. kategori ise ortognatik cerrahi gerektirecek düzeyde ciddi Class III ilişkiyi ifade eder. Bu ölçüt, ileriki yaşlardaki iskeletsel sonucun erken bir göstergesi olarak kullanılmaktadır.

Kuzey Avrupa'daki merkezlerin katılımıyla yürütülen Eurocleft çalışması, merkezler arasında diş arkı ilişkisi, yüz büyümesi, estetik ve hasta memnuniyeti açısından belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bu farklılıklar tedavi yoğunluğu ile de ilişkilendirilmemiştir; diğer bir deyişle, daha fazla sayıda müdahale daha iyi sonuç anlamına gelmemiştir (W. C. Shaw et al., 2005). Oslo ekibinin sonuçları, merkezleşmiş, deneyimli ve tutarlı bir protokol uygulayan ekiplerin daha iyi yüz büyümesi elde ettiğini desteklemektedir (Semb, 1991). Bu bulgular, yarık tedavisinin yüksek hasta hacmine sahip merkezlerde yoğunlaştırılması ve sonuçların düzenli olarak kaydedilip denetlenmesi gerektiği görüşünü güçlendirmiştir (Mølsted, 1999).

Türkiye'de bu konudaki temel veri, beş üniversite kliniğinde tedavi edilen ve 1976–1990 yılları arasında doğan 109 tek taraflı tam yarıklı hastanın GOSLON skorlarının Eurocleft merkezleriyle karşılaştırıldığı çalışmadır (Dogan et al., 2014). Klinik ortalamaları 3,13 ile 3,70 arasında değişmiş ve hastaların %50,4'ü GOSLON 4 ya da 5 kategorisinde yer almıştır. Üç kliniğin skorları en iyi üç Eurocleft merkezinden anlamlı olarak kötü bulunmuştur. Yazarlar bu sonucu, o dönemde Türkiye'deki yetersiz cerrahi uygulamalar, düşük hasta hacmine sahip cerrahlar ve merkezleşmemiş tedavi yaklaşımıyla ilişkilendirmiş ve daha yakın döneme ait verilere gereksinim olduğunu vurgulamıştır. Bu bulgu, yarık tedavisinin deneyimli merkezlerde yoğunlaştırılması gerektiği görüşünü Türkiye açısından da desteklemektedir.

Hasta bildirimli sonuç ölçümleri

Son yıllarda tedavi başarısının tanımı, klinisyenin ölçtüğü parametrelerden hastanın kendi değerlendirmesine doğru genişlemektedir. Bu alandaki en kapsamlı araç olan CLEFT-Q, yarığa özgü bir hasta bildirimli sonuç ölçütüdür ve 8–29 yaş arasındaki hastalar için geliştirilmiştir. Ölçek; yüz, burun, burun delikleri, dudaklar, dudak skarı, dişler ve çeneler gibi görünüm alanlarının yanı sıra konuşma fonksiyonu ile psikolojik, sosyal, okul ve konuşmaya bağlı sıkıntı gibi yaşam kalitesi alanlarını ayrı alt ölçeklerle değerlendirir. Klassen ve ark., 12 ülkede 30 merkezden 2434 hastayı içeren saha çalışmasında ölçeğin psikometrik özelliklerini doğrulamış ve normatif değerlerini sunmuştur (Klassen et al., 2018). Bu çalışmada tek ya da çift taraflı dudak-damak yarıklı hastalar tüm görünüm ölçeklerinde daha düşük puan almıştır. Çift taraflı tam yarıklı hastalar ise sosyal, okul ve psikolojik ölçeklerde en düşük puanları almıştır.

CLEFT-Q, International Consortium for Health Outcomes Measurement (ICHOM) tarafından yarık tedavisi için önerilen standart sonuç setine dahil edilmiştir (Allori et al., 2017). Bu set, merkezlerin konuşma, işitme, diş arka ilişkisi ve hasta bildirimli sonuçları ortak bir dille kaydetmesini ve uluslararası karşılaştırma yapabilmesini amaçlar. Bu yaklaşım, Eurocleft ve Scandcleft gibi çalışmaların çizdiği merkezler arası karşılaştırma geleneğinin hasta perspektifiyle genişletilmesi olarak da görülebilir. Türkiye'deki yarık merkezlerinin sonuçlarının bu standart set ile kaydedilmesi, ulusal veri eksikliğinin giderilmesine önemli katkı sağlayacaktır.

Günümüzde sonuç değerlendirmesi yalnızca klinisyen tarafından ölçülen parametrelerle sınırlı değildir; ağız sağlığına bağlı yaşam kalitesi, görünümünden memnuniyet ve psikososyal uyum gibi hasta bildirimli sonuçlar da değerlendirmeye dahil edilmektedir.

Psikososyal boyut ve tedavi yükü

Yarıklı bireylerin önemli bir bölümü uzun tedavi sürecine rağmen genel olarak iyi bir psikososyal uyum gösterir. Bununla birlikte Hunt ve ark., sistematik derlemelerinde, bu bireylerin bir kısmında yüz görünümü ve konuşmadan duyulan memnuniyetsizlik, akran zorbalığı ve sosyal ilişkilerde güçlük gibi belirli sorunların görülebildiğini bildirmiştir (Hunt et al., 2005). Bu nedenle psikolojik değerlendirme ve destek, tedavi protokolünün ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

Doğumdan erişkinliğe uzanan çok sayıda cerrahi ve ortodontik müdahale, hasta ve aile için belirgin bir tedavi yükü oluşturur. Long ve ark., geçmiş deneyimlerin, uzun süreli ve sürekli ortodontik tedavi yerine belirli hedeflere yönelik sınırlı evrelerin daha verimli olduğunu gösterdiğini vurgulamıştır (Long et al., 2000). Tedavi evrelerinin sayısının ve süresinin en aza indirilmesi, hasta uyumunun korunması ve ağız hijyeninin sürdürülebilmesi açısından da önemlidir. Yarık bölgesindeki dişlerin düzensiz konumu ve skar dokusu plak

birikimini kolaylaştırdığından, yarıklı hastalarda çürük ve periodontal hastalık riski yüksektir; koruyucu diş hekimliği uygulamaları tüm tedavi evrelerine eşlik etmelidir.

Gelecek Perspektifleri

Son on yılda yarık tedavisi; dijital görüntüleme ve üretim teknolojileri, yapay zekâ, rejeneratif tıp ve hasta bildirimli sonuç ölçümleri ile belirgin bir dönüşüm geçirmektedir. Bu gelişmelerin önemli bir kısmı önceki bölümlerde ilgili tedavi evreleri içinde ele alınmıştır. Burada ise tedavi sürecinin tamamını etkileme potansiyeli taşıyan yapay zekâ uygulamaları değerlendirilmiştir.

Yapay zekâ

Yapay zekâ uygulamaları; prenatal tanı, radyografik tespit, cerrahi planlama, tedavi sonucu tahmini, konuşma değerlendirmesi ve hasta eğitimi gibi yarık tedavisinin hemen her aşamasında araştırılmaktadır. Azimi ve ark., 52 çalışmayı içeren sistematik derleme ve meta-analizlerinde, panoramik radyograflarda yarık tespitine yönelik modellerin birleşik duyarlılığını %87, özgüllüğünü %89 ve doğruluğunu %90 olarak bildirmiştir (Azimi et al., 2026). Lateral sefalometrik radyograflardan ortognatik cerrahi gereksiniminin tahmininde ise duyarlılık %87, özgüllük %86 bulunmuştur. KIBT üzerinde maksilla ve alveolar yarık defektinin derin öğrenme ile otomatik segmentasyonu ve hipernazal konuşmanın ses kayıtlarından otomatik değerlendirilmesi de umut vadeden diğer alanlardır.

Bununla birlikte yazarlar, çalışmalar arasındaki yüksek heterojenlik nedeniyle meta-analizi yalnızca bu iki alt grupta sınırlamak zorunda kalmıştır. Modellerin çoğu tek merkezli ve küçük veri setleriyle geliştirilmiş olup, dış doğrulaması yapılmış ve klinik iş akışına entegre edilmiş uygulamalar hâlâ sınırlıdır. Bu nedenle yapay zekâ araçları günümüzde klinisyenin kararının yerine geçen değil, onu destekleyen araçlar olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç

Dudak-damak yarığı tedavisi, her evresi bir sonrakinin temelini oluşturan ve yaklaşık yirmi yılı kapsayan bir süreçtir. Primer cerrahinin zamanlaması ve tekniği hem konuşma gelişimini hem de maksiller büyümeyi belirler. TOPS çalışması erken damak onarımının velofarengeal yetmezliği azalttığını gösterirken, Scandleft çalışmaları farklı cerrahi protokoller arasında diş arki ilişkisi bakımından fark bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, sonucu belirleyen asıl etkenin tek bir teknikten çok ekibin deneyimi ve protokolün tutarlılığı olduğunu düşündürmektedir.

Karma dişlenme döneminde, uygun ortodontik hazırlık ve ekspansiyonun ardından, daimi kanin sürmeden önce otojen iliak kemikle yapılan sekonder alveolar kemik greftleme, günümüzde en güçlü kanıta sahip yaklaşımdır. rhBMP-2, trombosit konsantreleri ve kök hücre uygulamaları iliak greftle

karşılaştırılabilir sonuçlar verebilse de üstünlükleri gösterilememiştir (Wu et al., 2018). Büyüme sonrası kalan iskeletsel uyumsuzluklar ortognatik cerrahi ya da distraksiyon osteogenezi ile tedavi edilir; bu aşamada nüks ve velofarengeal yetmezlik riski ayrıca değerlendirilmelidir.

Dijital planlama, kemik destekli ortopedi, ototransplantasyon ve yapay zekâ gibi yeni yaklaşımların çoğu umut verici olmakla birlikte, hâlen gözlemsel ya da tek merkezli verilere dayanmaktadır. Başarılı sonuçlar için tedavinin deneyimli multidisipliner ekiplerce, standart protokollerle ve CLEFT-Q gibi hasta bildirimli ölçümleri de içeren sonuç kayıtlarıyla yürütülmesi gerekir. Türkiye'de merkezileşmiş tedavi yapılarının güçlendirilmesi ve ulusal sonuç verilerinin toplanması bu alandaki öncelikli ihtiyaçlardır.

Kaynaklar

- Abd El-Ghafour, M., Aboulhassan, M. A., Fayed, M. M. S., El-Beialy, A. R., Eid, F. H. K., Hegab, S. E. D., El-Gendi, M., & Emara, D. (2020). Effectiveness of a Novel 3D-Printed Nasoalveolar Molding Appliance (D-NAM) on Improving the Maxillary Arch Dimensions in Unilateral Cleft Lip and Palate Infants: A Randomized Controlled Trial. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 57(12), 1370–1381. <https://doi.org/10.1177/1055665620954321>
- Åbyholm, F. E., Bergland, O., & Semb, G. (1981). Secondary bone grafting of alveolar clefts. A surgical/orthodontic treatment enabling a non-prosthetic rehabilitation in cleft lip and palate patients. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*, 15(2), 127–140. <https://doi.org/10.3109/02844318109103425>
- Alfayez, E., & Alghamdi, F. (2022). Clinical Application of Stem Cell Therapy in Reconstructing Maxillary Cleft Alveolar Bone Defects: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Cureus*, 14(3). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.23111>
- Allori, A. C., Kelley, T., Meara, J. G., Albert, A., Bonanthaya, K., Chapman, K., Cunningham, M., Daskalogiannakis, J., De Gier, H., Heggie, A. A., Hernandez, C., Jackson, O., Jones, Y., Kangesu, L., Koudstaal, M. J., Kuchhal, R., Lohmander, A., Long, R. E., Magee, L., ... Wong, K. W. (2017). A Standard Set of Outcome Measures for the Comprehensive Appraisal of Cleft Care. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 54(5), 540–554. <https://doi.org/10.1597/15-292>
- Azimi, N., Iraj, S. A., Mazaheri, F., Maddahi, S., Khanmohammadi, M. M., Azadi, A., & Ebadifar, A. (2026). Artificial Intelligence Applications in Cleft Lip and Palate Diagnosis, Prediction, and Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cleft Palate Craniofacial Journal*. <https://doi.org/10.1177/10556656261460187>; WEBSITE:WEBSITE:SAGE; WGROUP:STRING:PUBLICATION
- Bergland, O., Semb, G., & Åbyholm, F. E. (1986). Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment. *The Cleft Palate Journal*, 23(3), 175–205.
- Boyne, P. J., & Sands, N. R. (1972). Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association : 1965)*, 30(2), 87–92.
- Cheung, L. K., & Chua, H. D. P. (2006). A meta-analysis of cleft maxillary osteotomy and distraction osteogenesis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 35(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2005.06.008>

- Chinta, S. R., Segrera, S., Friedman, R., Shah, A. R., Kantar, R. S., Volk, A. S., Staffenberg, D., & Rodriguez, E. D. (2024). Reshaping Faces, Redefining Risks: A Systematic Review of Orthognathic Surgery Outcomes in Cleft Lip and Palate Patients. *Journal of Clinical Medicine*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/JCM13195703>
- De Clerck, H. J., Cornelis, M. A., Cevidanes, L. H., Heymann, G. C., & Tulloch, C. J. F. (2009). Orthopedic Traction of the Maxilla With Miniplates: A New Perspective for Treatment of Midface Deficiency. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(10), 2123–2129. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.03.007>
- Dogan, S., Semb, G., Erbay, E., Alcan, T., Uzel, A., Kocadereli, I., & Shaw, W. C. (2014). Dental arch relationships in Turkish patients with complete unilateral cleft lip and palate born between 1976 and 1990: a comparison with eurocleft. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 51(1), 70–75. <https://doi.org/10.1597/11-304R1>
- Enemark, H., Sindet-Pedersen, S., & Bundgaard, M. (1987). Long-term results after secondary bone grafting of alveolar clefts. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(11), 913–918. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(87\)90439-3](https://doi.org/10.1016/0278-2391(87)90439-3)
- Faco, R., Yatabe, M., Cevidanes, L. H. S., Timmerman, H., de Clerck, H. J., & Garib, D. (2019). Bone-anchored maxillary protraction in unilateral cleft lip and palate: a cephalometric appraisal. *European Journal of Orthodontics*, 41(5), 537–543. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJZ005>
- Figueiredo, D. S. F., Cardinal, L., Bartolomeo, F. U. C., Palomo, J. M., Horta, M. C. R., Andrade, I., & Oliveira, D. D. (2016). Effects of rapid maxillary expansion in cleft patients resulting from the use of two different expanders. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 21(6), 82–90. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.2016-001.AOP>
- Figueroa, A. A., & Polley, J. W. (1999). Management of severe cleft maxillary deficiency with distraction osteogenesis: procedure and results. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 115(1), 1–12. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(99\)70310-0](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70310-0)
- Furlow, L. T. (1986). Cleft palate repair by double opposing Z-plasty. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 78(6), 724–736. <https://doi.org/10.1097/00006534-198678060-00002>
- Gamble, C., Persson, C., Willadsen, E., Albery, L., Soegaard Andersen, H., Zattoni Antoneli, M., Appelqvist, M., Aukner, R., Bodling, P., Bowden, M., Brunnegård, K., Cairns, G., Calladine, S., Campbell, L., Clayton-Smith, J., Cooper, R., Conroy, E., El-Angbawi, A., Kildegard Emborg, B., ... Shaw,

- W. (2023). Timing of Primary Surgery for Cleft Palate. *The New England Journal of Medicine*, 389(9), 795–807. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA2215162>
- Gong, X., Dang, R., Xu, T., Yu, Q., & Zheng, J. (2020). Full Digital Workflow of Nasoalveolar Molding Treatment in Infants With Cleft Lip and Palate. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 31(2), 367–371. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000006258>
- Grayson, B. H., Santiago, P. E., Brecht, L. E., & Cutting, C. B. (1999). Presurgical nasoalveolar molding in infants with cleft lip and palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 36(6), 486–498. https://doi.org/10.1597/1545-1569_1999_036_0486_PNMIIW_2.3.CO_2
- Guo, J., Li, C., Zhang, Q., Wu, G., Deacon, S. A., Chen, J., Hu, H., Zou, S., & Ye, Q. (2011). Secondary bone grafting for alveolar cleft in children with cleft lip or cleft lip and palate. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2011(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008050.PUB2>
- Heliövaara, A., Küseler, A., Skaare, P., Bellardie, H., Mølsted, K., Karsten, A., Marcusson, A., Rizell, S., Brinck, E., Sæle, P., Chalien, M. N., Mooney, J., Eyres, P., Shaw, W., & Semb, G. (2022). Scandleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate: comparison of dental arch relationships and dental indices at 5, 8, and 10 years. *European Journal of Orthodontics*, 44(3), 258–267. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJAB055>
- Heliövaara, A., Skaare, P., Küseler, A., Shaw, W., Mølsted, K., Karsten, A., Marcusson, A., Brinck, E., Rizell, S., Sæle, P., Najar Chalien, M., Bellardie, H., Mooney, J., Eyres, P., & Semb, G. (2020). Scandleft randomized trials of primary surgery for unilateral cleft lip and palate. Dental arch relationships in 8 year-olds. *European Journal of Orthodontics*, 42(1), 1–7. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJZ067>
- Hunt, O., Burden, D., Hepper, P., & Johnston, C. (2005). The psychosocial effects of cleft lip and palate: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 27(3), 274–285. <https://doi.org/10.1093/EJO/CJI004>
- Kaba, Y. N., Öner, N. İ., Amuk, M., Bilge, S., Soylu, E., & Demirbaş, A. E. (2022). Evaluation of trabecular bone healing using fractal dimension analysis after augmentation of alveolar crests with autogenous bone grafts: a preliminary study. *Oral Radiology*, 38(1), 139–146. <https://doi.org/10.1007/S11282-021-00536-4>
- Kasaven, C. P., McIntyre, G. T., & Mossey, P. A. (2017). Accuracy of both virtual and printed 3-dimensional models for volumetric measurement of alveolar clefts before grafting with alveolar bone compared with a validated algorithm: a preliminary investigation. *British Journal of Oral and*

- Kaura, A. S., Srinivasa, D. R., & Kasten, S. J. (2018). Optimal Timing of Alveolar Cleft Bone Grafting for Maxillary Clefts in the Cleft Palate Population. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 29(6), 1551–1557. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004680>
- Kearns, G., Perrott, D. H., Sharma, A., Kaban, L. B., & Vargervik, K. (1997). Placement of endosseous implants in grafted alveolar clefts. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 34(6), 520–525. https://doi.org/10.1597/1545-1569_1997_034_0520_POEIIIG_2.3.CO_2
- Klassen, A. F., Riff, K. W. Y. W., Longmire, N. M., Albert, A., Allen, G. C., Aydin, M. A., Baker, S. B., Cano, S. J., Chan, A. J., Courtemanche, D. J., Dreise, M. M., Goldstein, J. A., Goodacre, T. E. E., Harman, K. E., Munill, M., Mahony, A. O., Aguilera, M. P., Peterson, P., Pusic, A. L., ... Forrest, C. R. (2018). Psychometric findings and normative values for the CLEFT-Q based on 2434 children and young adult patients with cleft lip and/or palate from 12 countries. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Medicale Canadienne*, 190(15), E455–E462. <https://doi.org/10.1503/CMAJ.170289>
- Latham, R. A. (1980). Orthopedic advancement of the cleft maxillary segment: a preliminary report. *The Cleft Palate Journal*, 17(3), 227–233.
- Li, T., Wang, Y. Y., Li, S., Hu, Y., Sun, Z., & Liu, C. (2025). Stem Cell Therapy's Efficiency in Reconstructing Alveolar Clefts: A System Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stem Cells International*, 2025(1). <https://doi.org/10.1155/SCI/2780065>
- Liao, Y. F., Chen, Y. F., Chang, C. S., Lu, T. C., Chen, Y. A., Yao, C. F., Kuo-Ting Chen, P., & Chen, Y. R. (2024). Surgery-First Orthognathic Approach for Correction of Dentofacial Deformity in Unilateral Cleft Lip and Palate. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 153(1), 173–183. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000010451>
- Liou, E. J. W., & Tsai, W. C. (2005). A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 42(2), 121–127. <https://doi.org/10.1597/03-107.1>
- Long, R. E., Semb, G., & Shaw, WC. (2000). Orthodontic treatment of the patients with complete cleft lip alveolus and palate. The lessons over the past 60 years. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 37(6), 533–533. [https://doi.org/10.1597/1545-1569\(2000\)037](https://doi.org/10.1597/1545-1569(2000)037)

- Long, R. E., Spangler, B. E., & Yow, M. (1995). Cleft width and secondary alveolar bone graft success. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 32(5), 420–427. https://doi.org/10.1597/1545-1569_1995_032_0420_CWASAB_2.3.CO_2
- Mars, M., Plint, D. A., Houston, W. J., Bergland, O., & Semb, G. (1987). The Goslon Yardstick: a new system of assessing dental arch relationships in children with unilateral clefts of the lip and palate. *The Cleft Palate Journal*, 24(4), 314–322.
- McNEIL, C. K. (1950). Orthodontic procedures in the treatment of congenital cleft palate. *The Dental Record*, 70(5), 126–132.
- Meazzini, M. C., Demonte, L. P., Cohen, N., Battista, V. M. A., Rabbiosi, D., & Autelitano, L. (2024). The Use of Clear Aligners in Multi-Segmental Maxillary Surgery: A Case–Control Study in Cleft Lip and Palate and Skeletal Class III Patients. *Journal of Clinical Medicine* 2024, Vol. 13, Page 1329, 13(5), 1329. <https://doi.org/10.3390/JCM13051329>
- Meng, W. yu, Ma, Y. qing, Shi, B., Liu, R. kai, & Wang, X. ming. (2022). The comparison of biomechanical effects of the conventional and bone-borne palatal expanders on late adolescence with unilateral cleft palate: a 3-dimensional finite element analysis. *BMC Oral Health*, 22(1), 600. <https://doi.org/10.1186/S12903-022-02640-1>
- MILLARD, D. R. (1960). Complete unilateral clefts of the lip. *Plastic and Reconstructive Surgery and the Transplantation Bulletin*, 25, 595–605.
- Mølsted, K. (1999). Treatment outcome in cleft lip and palate: issues and perspectives. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine: An Official Publication of the American Association of Oral Biologists*, 10(2), 225–239. <https://doi.org/10.1177/10454411990100020801>
- Mossey, P. A., Little, J., Munger, R. G., Dixon, M. J., & Shaw, W. C. (2009). Cleft lip and palate. *The Lancet*, 374(9703), 1773–1785. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60695-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60695-4)
- Mulliken, J. (1985). Principles and techniques of bilateral complete cleft lip repair. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 75(4), 477–486. <https://doi.org/10.1097/00006534-198504000-00003>
- Oberoi, S., Chigurupati, R., Gill, P., Hoffman, W. Y., & Vargervik, K. (2009). Volumetric assessment of secondary alveolar bone grafting using cone beam computed tomography. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal: Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 46(5), 503–511. <https://doi.org/10.1597/08-153.1>
- Özden, S., & Cicek, O. (2024). Assessment of the Mandibular Osseous Architecture in Cleft Lip and Palate Using Fractal Dimension Analysis: A Pilot Study.

- Padovano, W. M., Skolnick, G. B., Naidoo, S. D., Snyder-Warwick, A. K., & Patel, K. B. (2022). Long-Term Effects of Nasoalveolar Molding in Patients With Unilateral Cleft Lip and Palate: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 59(4), 462–474. <https://doi.org/10.1177/10556656211009702>
- Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences. (2018a). *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 55(1), 141. <https://doi.org/10.1177/1055665617739564>
- Parameters For Evaluation and Treatment of Patients With Cleft Lip/Palate or Other Craniofacial Differences. (2018b). *The Cleft Palate Craniofacial Journal*, 55(1), 137–156. <https://doi.org/10.1177/1055665617739564>
- PATÍÑO, A. M. B., RODRIGUES, M. de P., PESSOA, R. S., RUBINSKY, S. Y., KIM, K. B., SOARES, C. J., & ALMEIDA, G. de A. (2024). Biomechanical behavior of three maxillary expanders in cleft lip and palate: a finite element study. *Brazilian Oral Research*, 38, e010. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2024.VOL38.0010>
- Prahl, C., Kuijpers-Jagtman, A. M., Van 'T Hof, M. A., & Prahl-Andersen, B. (2001). A randomised prospective clinical trial into the effect of infant orthopaedics on maxillary arch dimensions in unilateral cleft lip and palate (Dutcheleft). *European Journal of Oral Sciences*, 109(5), 297–305. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0722.2001.00056.X>
- Ross, R. B. (1987). Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate. *The Cleft Palate Journal*, 24(1), 5–77.
- Seifeldin, S. A. (2016). Is alveolar cleft reconstruction still controversial? (Review of literature). *Saudi Dental Journal*, 28(1), 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2015.01.006>
- Semb, G. (1991). A study of facial growth in patients with unilateral cleft lip and palate treated by the Oslo CLP Team. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 28(1), 1–21. https://doi.org/10.1597/1545-1569_1991_028_0001_ASOFGI_2.3.CO_2
- Shaw, W. (2004). Global strategies to reduce the health care burden of craniofacial anomalies: report of WHO meetings on international collaborative research on craniofacial anomalies. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 41(3), 238–243. <https://doi.org/10.1597/03-214.1>

- Shaw, W. C., Brattström, V., Mølsted, K., Prah-Andersen, B., Roberts, C. T., & Semb, G. (2005). The Eurocleft study: intercenter study of treatment outcome in patients with complete cleft lip and palate. Part 5: discussion and conclusions. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 42(1), 93–98. <https://doi.org/10.1597/02-119.5.1>
- Sommerlad, B. C. (2003). A technique for cleft palate repair. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 112(6), 1542–1548. <https://doi.org/10.1097/01.PRS.0000085599.84458.D2>
- Sulaiman, M. A., Rudytė, A., Ulbinaitė, E., Haltsev, B., Sulaiman, Y., Juodžbalys, G., & Vasiliauskas, A. (2026). Tooth Auto-Transplantation in Patients with Cleft Lip and/or Palate: A Systematic Review and Preliminary Clinical Protocol Proposal. *Journal of Clinical Medicine*, 15(15), 5829. <https://doi.org/10.3390/JCM15155829/S1>
- Thangarajah, S., Nordin, R., Tan, H. L., Soh, H. Y., & Nabil, S. (2024). The Effect of Platelet-Rich Fibrin and Platelet-Rich Plasma in Secondary Alveolar Bone Grafting in Cleft Lip and Palate Patients: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/JCM13071875>
- Tindlund, R. S. (1994). Skeletal response to maxillary protraction in patients with cleft lip and palate before age 10 years. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 31(4), 295–308. https://doi.org/10.1597/1545-1569_1994_031_0295_SRTMPI_2.3.CO_2
- Uzel, A., & Alparslan, Z. N. (2011). Long-term effects of presurgical infant orthopedics in patients with cleft lip and palate: a systematic review. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal : Official Publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, 48(5), 587–595. <https://doi.org/10.1597/10-008>
- Vásquez-Álvarez, M., Wang, Q., & Zapata, U. (2025). The Use of Platelet Concentrates in the Reconstruction of the Alveolar Cleft Defect: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 62(4), 633–652. <https://doi.org/10.1177/10556656231222076;CTYPE:STRING:JOURNAL>
- Vig, K. W. L., & Mercado, A. M. (2015). Overview of orthodontic care for children with cleft lip and palate, 1915-2015. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 148(4), 543–556. <https://doi.org/10.1016/J.AJODO.2015.07.021>
- Wu, C., Pan, W., Feng, C., Su, Z., Duan, Z., Zheng, Q., Hua, C., & Li, C. (2018). Grafting materials for alveolar cleft reconstruction: a systematic review and

best-evidence synthesis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(3), 345–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.08.003>

Xu, H., & Liu, Z. (2026). The effectiveness of using recombinant human bone morphogenetic protein-2 in the reconstruction of alveolar clefts: a meta-analysis. *Frontiers in Oral Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/FROH.2026.1786495>

BÖLÜM 5

**Root Resorption Associated with
Impacted Maxillary Canines: Diagnosis,
Risk Factors, and Clinical Management**

Mevlûde Yüce Polat¹
Sultan Bozdoğan Aydın²
Esra Apuhan³

1. Introduction

Impacted maxillary canines are one of the eruption disorders that must be carefully evaluated during orthodontic treatment planning. A canine that deviates from its normal eruption path can affect the position of adjacent teeth and may also cause root resorption. While lateral incisors are most commonly affected by this complication, resorption can also be observed in central incisors and, less frequently, in premolars [1, 2].

One of the clinically significant aspects of canine-associated root resorption is that it can progress without causing any noticeable symptoms. Furthermore, it is not always possible to predict in advance which patients will develop resorption. Various anatomical and patient-specific factors—primarily the proximity and position of the canine to the adjacent root—have been investigated; however, the reported associations have not been consistent across all studies [3, 4]. In recent years, the more widespread use of CBCT has enabled a more detailed three-dimensional assessment of the relationship between the canine and the adjacent root, as well as of resorptive defects [5].

The detection of resorption is not merely a diagnostic finding; it can also influence how treatment is conducted. Whether the affected tooth can be preserved, the direction in which the canine should be moved, and the planning of the force system to be used during orthodontic traction must be evaluated by taking into account the severity of resorption and the canine-root relationship [6]. Therefore, in patients with impacted maxillary canines, the goal is not only to determine the location of the canine but also to accurately assess potential damage to adjacent teeth.

This section will address the epidemiology of root resorption associated with impacted maxillary canines, factors that may play a role in its development, and the diagnostic approach; it will then evaluate clinical management based on the severity of resorption and the long-term prognosis of the affected teeth.

2. Epidemiology and Clinical Significance

The rates of root resorption reported in teeth adjacent to impacted maxillary canines vary significantly across studies. This variation is related to patient selection, imaging method, and the criteria used to define resorption. In particular, with the introduction of CBCT, it has been observed that small resorptive defects—which go unnoticed on two-dimensional radiographs—can now be detected more frequently [2].

The lateral incisor is the tooth most commonly affected by resorption. In a systematic review and meta-analysis by Mitsea et al. that included only CBCT studies, the prevalence of lateral incisor root resorption was reported to be approximately 50% [7]. Schroder et al.'s systematic review also demonstrated that lateral incisors adjacent to impacted canines carry a higher risk of resorption

compared to central incisors [8]. However, due to heterogeneity among the studies, it is not appropriate to directly generalize these rates to all cases of impacted maxillary canines.

Recent CBCT studies also indicate that lateral incisors are affected more frequently. In their study evaluating 162 impacted maxillary canines in 134 patients, Aktı et al. reported resorption rates of 58% in lateral incisors, 32.1% in central incisors, and 19.1% in first premolars [3]. In the study by Ali et al., resorption was detected in 41.17% of lateral incisors and 31.03% of central incisors; involvement of the premolars was quite rare [9].

Not all resorptions are of the same severity. In the meta-analysis by Mitsea et al., 62% of the lesions were classified as mild, 20% as moderate, and 18% as severe. In terms of location, it was observed that the middle and apical thirds of the roots were more frequently affected [7]. Therefore, it is clinically important to evaluate not only the presence of resorption but also its location on the root and its severity.

When interpreting prevalence values obtained from CBCT studies, patient selection must also be taken into account. Most of these studies consist of patient groups evaluated for impacted canines rather than community-based screenings. Therefore, the high rates reported may not reflect the true prevalence of resorption of all impacted maxillary canines in the general population.

From a clinical perspective, the key point is that the detection of resorption can influence the treatment plan. Which tooth is affected, the severity of root loss, and the relationship between the canine and the adjacent root must be evaluated together when planning the preservation of the incisor, the retention of the canine, and the orthodontic mechanics to be applied.

3. Pathogenesis and Biological Mechanisms

The exact mechanism of root resorption associated with an impacted maxillary canine has not yet been fully elucidated. However, current findings suggest that the process cannot be explained solely by the presence of the dental follicle; rather, close contact between the canine and the adjacent root, as well as the mechanical pressure generated during eruption, appear to play a more significant role. In their CT study evaluating ectopically erupting canines, Ericson and Bjerklın were unable to demonstrate a direct relationship between an enlarged dental follicle and resorption in the roots of adjacent permanent teeth. The authors noted that resorption is more closely associated with the physical contact between the erupting canine and the adjacent root, as well as the cellular activity occurring in that region [10].

This view has also been supported by subsequent clinical studies. The fact that root resorption occurs more frequently when there is direct contact between an impacted canine and an adjacent tooth highlights the importance of mechanical

factors in the pathogenesis [4]. Recent CBCT studies have also reported an increased incidence of resorption in the roots of lateral, central, and premolar teeth where contact is present; conversely, the width and shape of the dental follicle were found to show no significant association with resorption [11].

Under normal conditions, the mineralized tissues on the root surface are relatively resistant to resorption. However, when prolonged mechanical pressure leads to impaired local circulation and tissue damage in the periodontal ligament, the protective layer on the root surface may be compromised. With the differentiation of monocyte-macrophage-derived clastic cells and their attachment to the root surface in this region, resorption of cementum and subsequently dentin may begin. Odontoclasts and cementoclasts involved in this process exhibit cellular characteristics similar to those of osteoclasts, which are responsible for bone resorption [12].

The RANK/RANKL/OPG system plays a significant role in the differentiation and activation of clastic cells involved in root resorption. While the binding of RANKL to RANK on precursor cells promotes osteoclastogenesis and clastic activity, OPG limits this interaction [13]. It has been shown that inflammatory mediators are also involved in the periodontal tissue response to mechanical forces [12].

Insights into these molecular mechanisms have been derived largely from studies on orthodontic force-induced inflammatory root resorption. Although it is likely that the same biological pathways play a role in resorption associated with impacted canines, molecular evidence directly derived from this patient group is limited. Current clinical findings largely support the concept of canine-root contact and the mechanical interactions that occur in this region [10, 11].

4. Risk Factors for Root Resorption

It is not possible to explain the development of root resorption in teeth adjacent to an impacted maxillary canine with a single variable. CBCT studies indicate that contact between the canine and the adjacent root, the canine's three-dimensional position, its angulation, and certain patient-specific characteristics may be associated with resorption. However, the strength of these associations varies across studies.

4.1. Canine-Root Contact

Close contact between the canine and the root of an adjacent tooth is one of the most consistently reported findings regarding root resorption. Yan et al., in their evaluation using CBCT, demonstrated that the risk of resorption increases particularly as the physical proximity between the canine and the incisor root increases [4]. Similarly, Türker et al. reported that canine-root contact is associated with resorption and that resorption is more frequently observed in cases where such contact is present [11].

In a more recent CBCT study, contact between the canine and the adjacent root in adolescents with a unilateral impacted maxillary canine was identified as the sole significant risk factor for root resorption on both the impacted side and the contralateral side [15].

4.2. Mesiodistal and Vertical Position of the Canine

A more mesial and deep position of the canine is one of the positional characteristics most frequently emphasized in relation to resorption. Wang et al. compared 82 patients with severe lateral incisor resorption to 81 patients without resorption; they identified the mesial and apical positioning of the canine crown as factors associated with severe resorption [16]. However, since the effect of positional variables may vary depending on the classification system used and the patient group studied, it is not appropriate to consider a single sector or vertical level as a definitive risk threshold.

4.3. Canine Angulation

The angle formed by the long axis of the canine tooth with adjacent incisors or reference planes was also investigated. In the study by Wang et al., specific ranges of vertical and relative angles were found to be associated with severe lateral incisor resorption [16]. It appears more meaningful to consider canine angulation in conjunction with its mesiodistal and vertical positioning rather than evaluating it in isolation. This is because different studies have used different reference planes for angle measurements, and therefore, a single, directly comparable threshold value has not yet been established.

In another CBCT study evaluating palatally impacted canines, canine rotation, contact with the adjacent tooth, and the size of the contact area were also found to be associated with root resorption [17].

4.4. Buccal-Palatal Position

Findings are inconsistent regarding whether canines with a palatal position carry a higher risk of resorption. While some studies report an association between palatal position and resorption, a study by Türker et al. evaluating 203 impacted canines found no significant difference in the incidence of resorption among buccal, palatal, and central positions [11]. Therefore, it cannot be said that buccal-palatal position alone is a strong risk indicator. The actual contact between the canine and the adjacent root, as well as their three-dimensional relationship, is of greater importance.

4.5. Dental Follicle

The role of the dental follicle in resorption has long been a subject of debate. Ericson and Bjerklín were unable to demonstrate a clear relationship between follicle width and resorption of the adjacent incisor [10]. Similarly, Türker et al. did not find a significant association between follicle width and shape and

resorption [11]. In contrast, Wang et al. reported that a follicle width between 1 and 3 mm is a significant factor for severe lateral incisor resorption [16]. Due to these conflicting results, follicle width alone should not be considered a reliable risk indicator.

4.6. Age and Gender

There is no consensus in the literature regarding age and gender either. In a study by Wang et al. focusing on severe resorption, female gender was identified as one of the risk factors [16]. In contrast, Türker et al. found no significant difference in resorption between women and men [11]. Findings regarding the effect of age also vary depending on the sample used and the severity of resorption. Therefore, rather than being strong predictors that can be used independently of anatomical findings, age and gender should be considered as part of a general risk assessment.

4.7. Anatomy of the Alveolar Bone and the Adjacent Incisor

In recent years, research has focused not only on the characteristics of impacted canines but also on the relationship between resorption and the anatomical structures surrounding the adjacent incisor. In a CBCT study evaluating unilateral impacted maxillary canines, thinner alveolar bone in the apical region of the lateral incisor was found to be associated with root resorption [18]. This finding suggests that the risk of resorption may depend not only on the position of the canine but also on the characteristics of the anatomical environment in which the adjacent tooth is located. However, further studies are needed to determine whether this relationship can be utilized in clinical risk assessment.

In conclusion, among the available evidence, the most consistent risk indicator appears to be close contact between the canine and an adjacent root. While the mesiodistal and vertical positions and angulation of the canine can influence the risk, the results for buccopalatal position, dental follicle, age, and sex are more variable. Therefore, risk assessment should not be based on a single radiographic parameter; rather, the three-dimensional relationship between the canine and adjacent roots should be evaluated collectively.

5. Diagnosis and Imaging

Since root resorption associated with an embedded maxillary canine often does not present with any obvious clinical signs, diagnosis relies largely on radiographic evaluation. The purpose of imaging is not only to determine the location of the canine but also to assess its relationship with adjacent roots, as well as the presence, location, and severity of resorption.

5.1. Two-Dimensional Imaging

Panoramic radiography continues to play an important role in the initial evaluation of impacted maxillary canines. It provides information regarding the mesiodistal position, vertical level, and superimposition of the canine with adjacent incisors. Jung et al. reported a significant correlation between the sector in which the cusp tip of the canine is located on a panoramic radiograph and its labio-palatal position on a CBCT scan; they also noted that incisor resorption is particularly evident in the more mesial sectors [19].

However, superposition in two-dimensional images may cause small resorptive defects to go unnoticed. In their study evaluating 156 impacted canines in 99 patients, Andresen et al. reported that the sensitivity of two-dimensional radiographs in detecting lateral incisor resorption was only 29% for mild and moderate resorption and 50% for severe resorption [20]. Therefore, the absence of resorption on a panoramic image may not indicate the absence of small and moderate-sized defects.

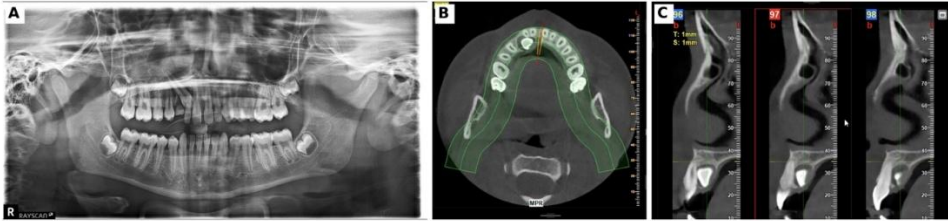
This limitation was also demonstrated in a recent diagnostic accuracy study. In a study using CBCT as the reference, the overall AUC value for panoramic radiography in detecting resorption was found to be 0.659, with a sensitivity of 63.1% and a specificity of 59.3% [21]. Therefore, while panoramic radiography is useful for initial evaluation, it may not be sufficient on its own for the definitive diagnosis of resorption and the determination of its severity.

Consistent with these findings, a recent systematic review and meta-analysis comparing CBCT with panoramic radiography also demonstrated that CBCT provides higher diagnostic performance in assessing the location of impacted canines and root resorption in adjacent teeth [22].

5.2. Evaluation with CBCT

The primary advantage of CBCT is the ability to examine the canine and its adjacent roots in three dimensions without superposition. The buccal or palatal position of the canine, its relationship to the adjacent root, and its position relative to surrounding anatomical structures can be evaluated in multiplanar sections [14]. CBCT can also provide additional information compared to two-dimensional imaging in the evaluation of resorptive defects, particularly in the detection of small lesions [5, 23]. Figure 1 illustrates panoramic and CBCT images obtained from the same patient. While the panoramic radiograph shows superposition of the impacted maxillary canine and the adjacent root, the corresponding CBCT sections allow a more detailed three-dimensional assessment of the canine–root relationship and the associated resorptive defect (Figure 1).

Figure 1. Radiographic evaluation of the relationship between an impacted maxillary canine and the adjacent incisor root. (A) Superposition of the impacted maxillary canine with the region of the adjacent incisor root on a panoramic radiograph. (B) The buccal-palatal position of the canine and its relationship with the adjacent root in an axial CBCT section. (C) Detailed evaluation of the canine-adjacent root relationship in a cross-sectional CBCT images.



Evaluation on a CBCT should not be limited to simply determining “presence or absence of resorption.” In addition to the affected tooth, the location of the defect—whether in the cervical, middle, or apical third of the root—the root surface involved, and the depth of resorption should be documented. These details are particularly important in determining the prognosis of the affected incisor and the initial traction direction of the canine in cases of advanced resorption.

5.3. When Is CBCT Necessary?

The fact that CBCT provides more detailed images does not mean it should be used routinely in every patient with an impacted canine. The decision should be based on the adequacy of information obtained from two-dimensional images and the likelihood that three-dimensional imaging will alter the treatment plan.

In this regard, the prospective study by Stoustrup et al. is clinically noteworthy. In 125 cases of impacted canines where two-dimensional radiographs showed overlap with an adjacent tooth or suspected resorption, the treatment plan was modified in at least one component in 34.4% of cases following CBCT evaluation. The most common modification involved the initial direction of canine traction [24].

Therefore, CBCT offers greater clinical value particularly in cases where the buccolingual position of the canine is uncertain, the relationship with the adjacent root cannot be adequately assessed with two-dimensional images, or where suspected resorption may influence the treatment decision. The decision to use imaging should be individualized, especially in young patients, taking radiation exposure into account.

5.4. Clinical Interpretation of Imaging Findings

The clinical value of radiographic findings depends on how they are incorporated into the treatment plan. When resorption is detected, the affected

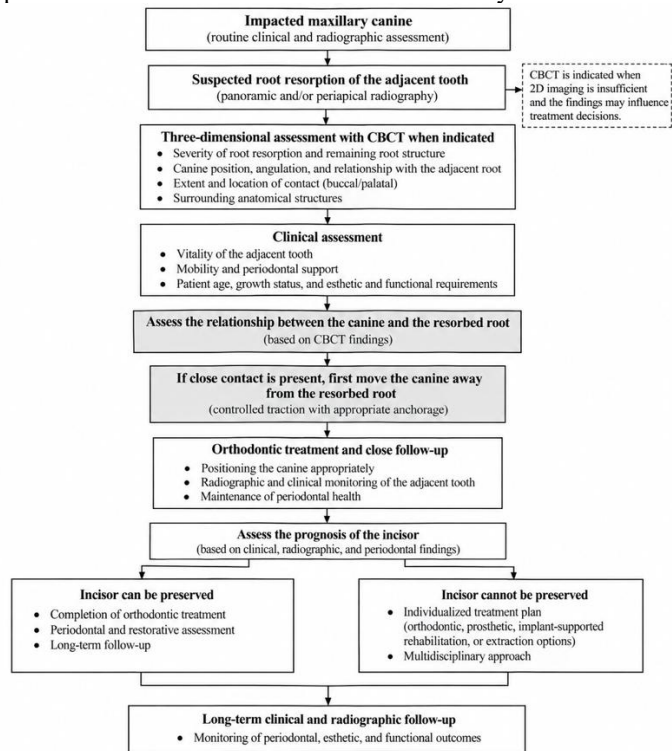
tooth, the remaining root structure, the severity of the defect, and whether contact with the canine persists must be evaluated together. In particular, knowing the three-dimensional relationship between the canine and the resorbed root can facilitate the decision regarding the direction in which the canine should be removed.

For this reason, imaging should not be viewed merely as a step to determine the location of an impacted canine. In patients with root resorption, radiographic evaluation should serve to facilitate the joint planning of the prognosis of the adjacent tooth and the orthodontic mechanics to be applied.

6. Clinical Management and Treatment Decision

When root resorption associated with an impacted maxillary canine is detected, the treatment decision should not be based solely on radiographic root loss. The remaining root structure of the affected tooth, its mobility, periodontal and pulp status, as well as the position of the canine and its orthodontic movability into the dental arch, should be evaluated together. Particularly in cases of advanced resorption, the primary goal is to eliminate the contact between the canine and the resorbed root while preserving as much healthy tooth structure as possible. The key steps in the evaluation and treatment approach for root resorption associated with an impacted maxillary canine are summarized in Figure 2.

Figure 2. Evaluation and clinical approach for root resorption associated with an impacted maxillary canine.



6.1. Preservation of the Affected Incisor

Severe resorption does not, in and of itself, necessitate extraction of the incisor. Shellhart et al. preserved the lateral incisors in a case of bilateral impacted canines with advanced lateral incisor resorption; following surgical exposure, they first moved the canines away from the resorbed roots and then positioned them within the arch. It has been reported that dentition and periodontal health could be preserved during long-term follow-up [25].

In two more recent cases, severely resorbed lateral incisors were treated without extraction, and it was reported that during 5- to 10-year follow-ups, the teeth showed no significant mobility and maintained pulp vitality [6]. These findings suggest that incisors with advanced resorption can be preserved in selected cases; however, it should be noted that the current long-term evidence is largely based on case reports.

6.2. Moving the Canine Away from the Resorbed Root

If contact between the canine and the resorbed root persists, the initial direction of traction becomes important. Rather than pulling the canine directly in the occlusal direction, it may be more appropriate to move it away from the

adjacent root at the outset. The purpose of this approach is to eliminate the mechanical relationship causing resorption and to create a safer path for subsequent movements [25].

Therefore, the direction of traction should not be determined solely based on the buccal or palatal position of the canine. The direction of movement should be planned on a case-by-case basis by evaluating the relationship between the canine crown and the resorbed root on a CBCT scan.

6.3. Anchorage and Force System

A severely resorbed incisor may not be suitable for use as the primary anchorage unit in canine traction. In a case reported by Chang et al., where bilateral impacted canines caused severe resorption in four maxillary incisors, the canines were carefully moved away from the resorbed roots using sectional buccal arch wires, and two palatal miniscrews were used in a subsequent stage. No additional root resorption in the incisors was reported at the end of treatment [26].

The primary advantage of skeletal anchorage in such cases is that it can reduce the transmission of reactive forces generated during traction through incisors with an uncertain prognosis. However, it is incorrect to conclude from case reports that a specific anchorage system prevents resorption. The choice of anchorage should be based on the position of the canine, the required direction of movement, and the periodontal support of the adjacent teeth.

6.4. Orthodontic Movement and the Risk of Additional Resorption

Orthodontic movement of an incisor with a resorbed root requires caution regarding the risk of additional resorption. In the cases reported by Li et al., resorbed incisors were preserved over the long term by using mild forces and individualized movement paths that took into account the relationships between the roots [6].

On the other hand, the difficulty of applying traction to an impacted canine does not, by itself, imply greater incisor resorption. In a CBCT study involving 45 patients, Arriola-Guillén et al. found no significant difference in post-treatment incisor resorption between groups with low and high traction complexity [27]. Similarly, Brusveen et al. reported that the presence of an impacted canine does not pose an additional risk for apical root resorption during orthodontic treatment after the canine has been moved away from the incisor roots [28].

In conclusion, the treatment approach must consider factors far beyond the degree of resorption. Even in cases of severe resorption, incisors with suitable periodontal and pulpal conditions can be preserved. If canine-root contact persists, priority should be given to eliminating this contact; the direction of

traction and the anchorage system should be planned according to three-dimensional anatomy.

7. Prognosis and Long-Term Follow-Up

In cases of root resorption associated with an impacted maxillary canine, the prognosis is not limited to the degree of initial root loss. The remaining periodontal support, tooth mobility, pulp status, and whether the connect between the canine and the resorbed root can be eliminated must be evaluated together. Therefore, it is incorrect to assume a poor prognosis for an incisor with severe resorption based solely on its radiographic appearance.

Becker and Chaushu followed 20 maxillary incisors in 11 patients with severe root resorption and demonstrated that resorption could progress until the canine was removed from the incisor's root region. After the canine was removed, however, further root loss remained quite limited despite the application of orthodontic forces to the resorbed incisors. No significant increase in mobility or discoloration was reported during the follow-up period [29]. This study demonstrates that eliminating the etiological canine-root relationship is important for the prognosis, regardless of the severity of resorption.

More extensive and long-term follow-up data also indicate that the prognosis for resorbed incisors should not be assessed based solely on initial root loss. In a long-term clinical and CBCT study, incisors with root resorption associated with an impacted maxillary canine were followed for 5.5–14.6 years; at the end of the follow-up period, none of the incisors were lost or required endodontic treatment. No significant differences were found between incisors with resorption and the contralateral incisors without resorption in terms of clinical findings and patient-reported outcomes [30].

More recent data on long-term outcomes were obtained from two case reports by Li et al. In patients with severe lateral incisor resorption, the incisors were preserved while the impacted canines were brought into the dental arch; at 5- and 10-year follow-ups, it was reported that the resorbed teeth remained stable, showed no significant mobility, and maintained pulp vitality [6]. However, the fact that these results are based on only two cases limits the ability to make generalizations regarding the long-term prognosis of incisors with severe resorption.

After treatment is completed, clinical follow-up should be continued, particularly for teeth with severe root resorption. Mobility, periodontal support, symptoms, and, when necessary, the condition of the pulp should be assessed. Instead of repeated CBCT scans during routine checkups, radiographic imaging should be planned based on clinical need.

Current data indicate that severe root resorption does not necessarily result in tooth loss. However, due to the limited number of patients in long-term studies, the prognosis should be evaluated on a case-by-case basis.

8. Conclusion

Root resorption associated with impacted maxillary canines is most commonly seen in lateral incisors and, in some cases, can directly influence the treatment plan. In the evaluation, not only the severity of resorption but also the remaining root structure and the three-dimensional relationship of the canine to the adjacent tooth should be taken into account.

CBCT provides important additional information, particularly in cases where the canine-root relationship cannot be adequately assessed with two-dimensional images. Severe resorption, however, does not necessarily require extraction of the incisor alone. In selected cases, the affected incisor can be preserved over the long term by first moving the canine away from the resorbed root and planning subsequent traction according to the three-dimensional anatomy.

REFERENCES

1. Ericson, S., & Kurol, P. J. (2000). Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: A CT study. *The Angle Orthodontist*, 70(6), 415–423. doi:10.1043/0003-3219(2000)070<0415:ROIAEE>2.0.CO;2
2. Ng, W. L., Cunningham, A., Pandis, N., Bister, D., & Seehra, J. (2024). Impacted maxillary canine: Assessment of prevalence, severity and location of root resorption on maxillary incisors: A retrospective CBCT study. *International Orthodontics*, 22(3), 100890. doi:10.1016/j.ortho.2024.100890
3. Aktı, A., Dolunay, U., Kaya, D. I., Gürses, G., & Yeşil, D. (2024). Evaluation of the relationship between impacted maxillary canine teeth and root resorption in adjacent teeth: A cross-sectional cone beam computed tomography study. *Diagnostics*, 14(14), 1470. doi:10.3390/diagnostics14141470
4. Yan, B., Sun, Z., Fields, H., & Wang, L. (2012). Maxillary canine impaction increases root resorption risk of adjacent teeth: A problem of physical proximity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(6), 750–757. doi:10.1016/j.ajodo.2012.07.016
5. Alqerban, A., Jacobs, R., Souza, P. C., & Willems, G. (2009). In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(6), 764.e1–764.e11. doi:10.1016/j.ajodo.2009.03.036
6. Li, N., Yang, L., Yang, Q., Wang, H., Xu, X., & Wang, T. (2024). Long-term follow-up after the treatment of impacted canines in the maxilla causing severe root resorption of the lateral incisors: Two case reports. *BMC Oral Health*, 24(1), 482. doi:10.1186/s12903-024-04275-w
7. 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
8. Schroder, A. G. D., Guariza-Filho, O., de Araujo, C. M., Ruellas, A. C., Tanaka, O. M., & Porporatti, A. L. (2018). To what extent are impacted canines associated with root resorption of the adjacent tooth? A systematic review with meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association*, 149(9), 765–777.e8. doi:10.1016/j.adaj.2018.05.012
9. Ali, I. H., Al-Turaihi, B. A., Mohammed, L. K., & Alam, M. K. (2021). Root resorption of teeth adjacent to untreated impacted maxillary canines: A CBCT study. *BioMed Research International*, 2021, 6635575. doi:10.1155/2021/6635575

10. Ericson, S., Bjerklín, K., & Falahat, B. (2002). Does the canine dental follicle cause resorption of permanent incisor roots? A computed tomographic study of erupting maxillary canines. *The Angle Orthodontist*, 72(2), 95–104. doi:10.1043/0003-3219(2002)072<0095:DTCDFC>2.0.CO;2
11. Türker, N., Ateş Yıldırım, E., Göller Bulut, D., & Ustaoglu, G. (2025). Effect of maxillary impacted canine teeth on root resorption of adjacent teeth: A CBCT-based observational study. *BMC Oral Health*, 25(1), 1793. doi:10.1186/s12903-025-07218-1
12. Feller, L., Khammissa, R. A. G., Thomadakis, G., Fourie, J., & Lemmer, J. (2016). Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: Biological events. *BioMed Research International*, 2016, 4864195. doi:10.1155/2016/4864195
13. Yamaguchi, M. (2009). RANK/RANKL/OPG during orthodontic tooth movement. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 12(2), 113–119. doi:10.1111/j.1601-6343.2009.01444.x
14. 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. doi:10.1016/j.ajodo.2004.04.033
15. Le Ven, M., Rafflenbeul, F., Gros, C. I., Lefebvre, F., & Bolender, Y. (2024). Do erupting maxillary canines resorb adjacent teeth? A study focusing both on the ipsilateral and contralateral sides among individuals with unilaterally impacted canines. *The Angle Orthodontist*, 94(5), 541–548. doi:10.2319/092723-655.1
16. Wang, H., Li, T., Lv, C., Huang, L., Zhang, C., Tao, G., . . . Duan, P. (2020). Risk factors for maxillary impacted canine-linked severe lateral incisor root resorption: A cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(3), 410–419. doi:10.1016/j.ajodo.2019.09.015
17. Al-Kyssi, H. A., Al-Mogahed, N. M., Altawili, Z. M., Dahan, F. N., Almashraqi, A. A., Aldhore, K., & Alhammadi, M. S. (2022). Predictive factors associated with adjacent teeth root resorption of palatally impacted canines in Arabian population: A cone-beam computed tomography analysis. *BMC Oral Health*, 22(1), 220. doi:10.1186/s12903-022-02249-4
18. Sun, W., Yang, Y., Liu, C., Li, H., & Lei, L. (2024). Influence of alveolar bone thickness and bucco-palatal inclination on root resorption of lateral incisors in unilateral maxillary impacted canines: A retrospective observational study. *BMC Oral Health*, 24(1), 301. doi:10.1186/s12903-024-04076-1

19. Jung, Y. H., Liang, H., Benson, B. W., Flint, D. J., & Cho, B. H. (2012). The assessment of impacted maxillary canine position with panoramic radiography and cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(5), 356–360. doi:10.1259/dmfr/14055036
20. Andresen, A. K. H., Jonsson, M. V., Sulo, G., Thelen, D. S., & Shi, X. Q. (2022). Radiographic features in 2D imaging as predictors for justified CBCT examinations of canine-induced root resorption. *Dentomaxillofacial Radiology*, 51(1), 20210165. doi:10.1259/dmfr.20210165
21. Badi, M. A., Gakunga, P., Geha, H., Yilmaz, F., & Noujeim, M. (2026). Can panoramic radiography reliably detect root resorption from impacted maxillary canines? *Cureus*, 18(4), e107602. doi:10.7759/cureus.107602
22. Peralta-Mamani, M., Rubira, C. M. F., López-López, J., Honório, H. M., & Rubira-Bullen, I. R. F. (2024). CBCT vs panoramic radiography in assessment of impacted upper canine and root resorption of the adjacent teeth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 16(2), e198–e222. doi:10.4317/jced.61285
23. Alqerban, A., Jacobs, R., Fieuws, S., & Willems, G. (2011). Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *European Journal of Orthodontics*, 33(1), 93–102. doi:10.1093/ejo/cjq034
24. Stoustrup, P., Videbæk, A., Wenzel, A., & Matzen, L. H. (2024). Will supplemental cone beam computed tomography change the treatment plan of impacted maxillary canines based on 2D radiography? A prospective clinical study. *European Journal of Orthodontics*, 46(1), cjad062. doi:10.1093/ejo/cjad062
25. Shellhart, W. C., Jasper, S., Abrams, H., & Wilson, T. (1998). Case report: Management of significant incisor root resorption associated with maxillary canine impaction. *The Angle Orthodontist*, 68(2), 187–192. doi:10.1043/0003-3219(1998)068<0187:CRMOSI>2.3.CO;2
26. Chang, N. Y., Park, J. H., Lee, M. Y., Cho, J. W., Cho, J. H., An, K. Y., & Chae, J. M. (2016). Orthodontic treatment of maxillary incisors with severe root resorption caused by bilateral canine impaction in a Class II Division 1 patient. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 40(2), 161–168. doi:10.17796/1053-4628-40.2.161
27. Arriola-Guillén, L. E., Ruíz-Mora, G. A., Rodríguez-Cárdenas, Y. A., Aliaga-Del Castillo, A., Boessio-Vizzotto, M., & Dias-Da Silveira, H. L. (2019). Influence of impacted maxillary canine orthodontic traction complexity on root resorption of incisors: A retrospective longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 155(1), 28–39. doi:10.1016/j.ajodo.2018.02.011

28. Brusveen, E. M. G., Brudvik, P., Bøe, O. E., & Mavragani, M. (2012). Apical root resorption of incisors after orthodontic treatment of impacted maxillary canines: A radiographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(4), 427–435. doi:10.1016/j.ajodo.2011.10.022
29. Becker, A., & Chaushu, S. (2005). Long-term follow-up of severely resorbed maxillary incisors after resolution of an etiologically associated impacted canine. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(6), 650–654. doi:10.1016/j.ajodo.2004.03.031
30. Dahlén, A., Persson, C., Lofthag Hansen, S., & Naoumova, J. (2024). Longitudinal study of root resorption on incisors caused by impacted maxillary canines—A clinical and cone beam CT assessment. *European Journal of Orthodontics*, 46(6), cjae052. doi:10.1093/ejo/cjae052