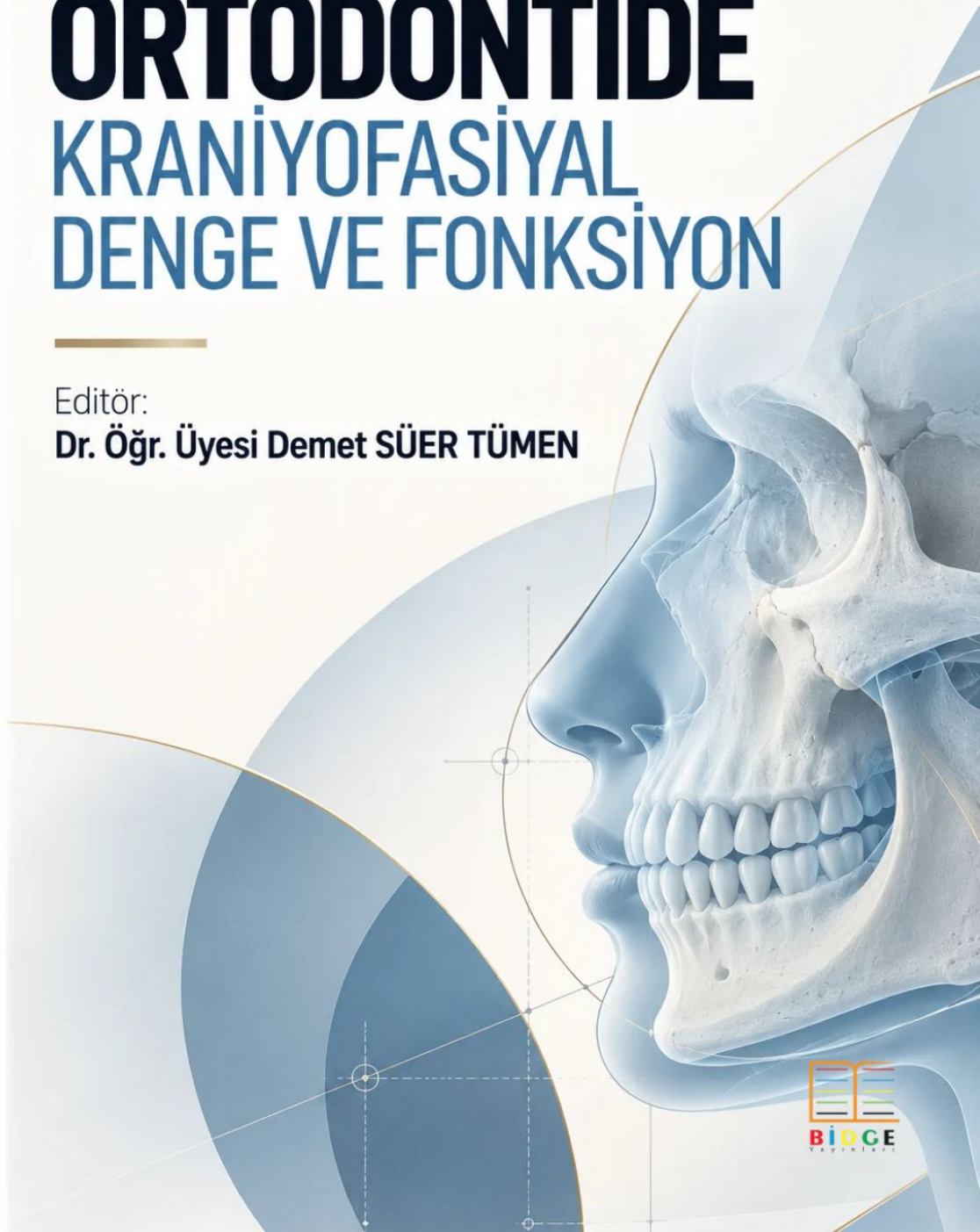
ORTODONTİDE
KRANİYOFASİYAL DENGE VE FONKSİYON

Editör:
Dr. Öğr. Üyesi Demet SÜER TÜMEN



BİDGE Yayınları

BİDGE Yayınları

Ortodontide Kraniyofasiyal Denge ve Fonksiyon

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Demet SÜER TÜMEN

ISBN: 978-625-5057-04-4

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 2026-10-25
BİDGE Yayınları

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

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İÇİNDEKİLER

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNİN YÖNETİMİNDE ORTODONTİK VE CERRAHİ YAKLAŞIMLAR: KANITA DAYALI GÜNCEL BAKIŞ 1

MEYRA DURMAZ, MEHMET ALP ERİŞ

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNDE GÜNCEL ORTODONTİK YAKLAŞIMLAR 23

SANİYE MERVE CENGİZ, SIDIKA TEMEL

ORTODONTİDE KRANİYOSERVİKAL POSTÜR DEĞERLENDİRİLMESİ: KLİNİK İLİŞKİLER VE GÜNCEL KANITLAR 46

SEVGİ KAPTIKAÇTI AKAR, İLKNUR VELİ

MAKSİLLER TRANSVERSAL YETERSİZLİKTE GÜNCEL VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ YAKLAŞIMLARI 78

SEVGİ KAPTIKAÇTI AKAR, BURÇİN AKAN

BÖLÜM 1

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNİN YÖNETİMİNDE ORTODONTİK VE CERRAHİ YAKLAŞIMLAR: KANITA DAYALI GÜNCEL BAKIŞ

Meyra DURMAZ[1]

Mehmet Alp ERİŞ[2]

Giriş

Obstrüktif uyku apnesi (Obstructive Sleep Apnea, OSA), uyku sırasında üst solunum yolunun tekrarlayan biçimde kısmen ya da tamamen kapanmasıyla karakterize, aralıklı hipoksemi, uyku bölünmesi ve gündüz aşırı uykululuğuna yol açan kronik bir solunum bozukluğudur. Küresel ölçekte 30-69 yaş aralığındaki yetişkinlerin yaklaşık bir milyarını etkilediği tahmin edilmekte olup (Benjafield et al., 2019), yakın tarihli derlemeler hastalık yükünün özellikle kadınlarda ve yaşlı popülasyonda artmaya devam ettiğini göstermektedir (Iannella et al., 2025). Sürekli pozitif hava yolu basıncı (Continuous Positive Airway Pressure, CPAP) orta-ağır şiddetli OSA'da birincil tedavi olmayı sürdürse de, uzun dönem uyum oranlarının düşüklüğü hava yolunun anatomik zeminini değiştirebilen diş hekimliği ve kraniyofasiyal yaklaşımlara olan ilgiyi canlı tutmaktadır (Rotenberg et al., 2016). Bu kitap bölümünün

[1]Uzm. Dt. / Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi / Ortodonti Anabilim Dalı / ORCID: 0009-0001-8486-875X

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

amacı, obstrüktif uyku apnesi (OSA) yönetiminde kullanılan ortodontik ve cerrahi yaklaşımlara ilişkin güncel literatürü karşılaştırmalı olarak değerlendirmek; mevcut kanıtların düzeyini, hasta seçim ölçütlerini ve ortodontik tedavi ile cerrahi yaklaşımların birlikte planlanmasını tartışmaktır. Bu kapsamda, çocuk ve erişkin hastalara yönelik cerrahi dışı ve cerrahi tedavi seçenekleri, tanısal değerlendirme süreçleri ve disiplinlerarası tedavi planlamasının rolü ele alınmaktadır. Bölüm, PubMed, Scopus ve Google Scholar üzerinden yapılan taramalarda belirlenen, ağırlıklı olarak 2015–2026 yılları arasında yayımlanmış sistematik derlemelere, meta-analizlere ve klinik çalışmalara dayanmaktadır. Bulgular; epidemiyoloji, patofizyoloji, cerrahi dışı ve cerrahi yaklaşımlar, yaklaşımlar arası ortak bulguların değerlendirilmesi ve araştırma gereksinimleri başlıkları altında sunulmaktadır.

Epidemiyoloji ve Hastalık Yükü

Literatüre dayalı küresel tahminler, 30–69 yaş grubunda apne–hipopne indeksi (AHİ) ≥5 olay/saat olan yaklaşık 936 milyon yetişkin bulunduğunu göstermektedir. Bu kişilerin yaklaşık 425 milyonunun AHİ ≥15 olay/saat ölçütünü karşıladığı, dolayısıyla orta veya ağır şiddette OSA'ya sahip olduğu tahmin edilmektedir. Olgu sayısı bakımından Çin, ABD, Brezilya ve Hindistan ilk sıralarda yer almaktadır (Benjafield et al., 2019). ABD'ye ilişkin bir sistematik derleme ve projeksiyon çalışmasında, obezite prevalansına göre uyarlanmış hesaplamalarla, 2024 yılında 20 yaş ve üzerindeki yetişkinlerin %32,4'ünde OSA bulunduğu tahmin edilmiştir. Bu projeksiyonda, hipopnelerin en az %4 oksijen desatürasyonu ölçütüyle değerlendirildiği apne–hipopne indeksi ($AHİ_4$) kullanılmıştır (Sönmez et al., 2025). Bu tahminler yorumlanırken yaş aralıkları ve solunumsal olayları puanlama ölçütlerindeki farklılıklar dikkate alınmalıdır. Bu büyüklükteki bir hastalık yükü, tanı ve tedaviye erişimin yalnızca CPAP'a değil, ortodontik ve cerrahi seçeneklere de dayanan çok yönlü bir yapıya

kavuşturulmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca hastalığın büyük ölçüde tanı almadan kalması, birinci basamak hekimleri ile diş hekimlerinin farkındalığının artırılmasını ve tarama araçlarının yaygınlaştırılmasını da gerekli kılmaktadır.

Patofizyolojik Temel

Üst hava yolu, inspirasyon sırasında oluşan negatif intraluminal basınç ile faringeal dilatatör kasların etkinliği arasındaki denge sayesinde açıklığını koruyan, kollapsa yatkın bir yapıdır. Kraniyofasiyal iskelet yapısı bu dengenin belirlenmesinde önemli rol oynar. Retrognatik mandibula, transvers maksiller yetersizlik, aşağı konumlu hyoid kemik ve dar posterior hava yolu boşluğu, OSA hastalarında sefalometrik ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) çalışmalarında tekrarlayan biçimde bildirilen anatomik risk etmenleridir (Wei et al., 2025). Ortodontik apareyler ve ortognatik cerrahi, uygulanan yönteme bağlı olarak çene konumunu, maksillanın transversal genişliğini ve dil ile çevre dokuların anatomik ilişkilerini değiştirerek üst hava yolu açıklığının artmasına ve kollaps eğiliminin azalmasına katkıda bulunabilir. CPAP ise lümen içi pozitif basınç sağlayarak üst hava yolunun açıklığını korur. Bu mekanizma farklılığı, dentofasiyal tedavilerin uygun seçilmiş hastalarda OSA'nın anatomik bileşenlerini hedefleyen tedavi seçenekleri olarak değerlendirilmesinin gerekçesini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, hava yolu hacmindeki artış tek başına OSA tedavisinin başarısını göstermez; tedavi etkinliği, klinik belirtiler ve objektif uyku testi bulgularıyla birlikte değerlendirilmelidir.

CPAP Tedavisi ve Uyum Sorunu

CPAP'ın etkinliği büyük ölçüde düzenli kullanıma bağlıdır. Yirmi yıllık verileri kapsayan bir sistematik derlemede, ortalama gecelik kullanım süresinin yaklaşık 4,6 saat olduğu ve zaman içinde anlamlı bir artış göstermediği bildirilmiştir. Bu süre, optimum kullanımın gece başına yedi saat olarak kabul edildiği hesaplamada,

hedeflenen sürenin %34,1'inde cihazın kullanılmadığını göstermektedir (Rotenberg et al., 2016). Pediatrik popülasyonda da CPAP tedavisine uyum önemli bir sorundur. Bir meta-analizde, çocuklarda CPAP tedavisine uyum oranı yaklaşık %46,6 olarak bildirilmiştir (Sawunyavisuth et al., 2023). Ancak bu oran, erişkinlerde kullanım süresi üzerinden hesaplanan kullanılmayan süre oranıyla doğrudan karşılaştırılamaz. Tedaviye uyum güçlükleri, hastanın yaşı, OSA şiddeti ve anatomik özellikleri dikkate alınarak, uygun seçilmiş hastalarda oral apareylerin ve cerrahi seçeneklerin alternatif veya tamamlayıcı tedaviler olarak değerlendirilmesini desteklemektedir.

Ortodontik (Cerrahi Dışı) Yaklaşımlar

Pediatrik OSA'da Hızlı Maksiller Genişletme

Hızlı maksiller genişletme (Rapid Maxillary Expansion, RME), pediatrik uyku ile ilişkili solunum bozukluklarında araştırılan ortodontik yaklaşımlardan biridir. Maksiller darlığı olan çocuklarda midpalatal sütürün açılmasıyla sağlanan genişlemenin nazal hava akımını iyileştirebildiği ve apne–hipopne indeksini (AHİ) azaltabildiği bildirilmiştir (Inchingolo et al., 2025; Yu et al., 2026). Bununla birlikte, 2023 tarihli bir ağ meta-analizinde, tek başına RME uygulamasıyla kontrol grubuna kıyasla AHİ'de istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmamış; en belirgin iyileşme, RME ile adenotonsillektominin birlikte uygulandığı olgularda bildirilmiştir (Yu et al., 2023). Mevcut kanıtlar, RME'nin pediatrik OSA'da rutin olarak tek başına kullanılmasını desteklemek için yeterli değildir. RME endikasyonu, maksiller transvers yetersizliğin doğrulanmasına dayanmalı; tedavi planı, üst hava yolu obstrüksiyonuna katkıda bulunan diğer etkenler dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir. Solunumsal tedavi başarısının değerlendirilmesinde ise klinik bulgular ve objektif uyku testi sonuçları esas alınmalıdır.

Mandibular İlerletme Apareyleri

Mandibular ilerletme apareyleri (MİA), mandibulayı ve dil tabanını öne konumlandırarak retroglossal hava yolunu genişletir ve faringeal kollaps eğilimini azaltır. Güncel bir sistematik derleme, MİA'nın özellikle hafif ve orta şiddette OSA tedavisindeki etkinliğini desteklemektedir (Szmyt et al., 2026).

Kişiye özel, titre edilebilir MİA, CPAP'ı tolere edemeyen veya alternatif tedaviyi tercih eden erişkinlerde bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir; tedavi etkinliği, kontrol uyku testiyle doğrulanmalıdır (Ramar et al., 2015). Uzun süreli kullanım, alt kesicilerde proklinasyon, üst kesicilerde retroklinasyon, overjet ve overbite azalması ile oklüzal temas değişiklikleri gibi dental ve oklüzal etkilerle ilişkilidir (Szmyt et al., 2026). Bu nedenle, tedavi süresince düzenli ortodontik izlem ve uyku hekimliği takibi gereklidir.

Şeffaf Plaklarla Mandibular İlerletme

Şeffaf plak sistemleriyle mandibular ilerletmenin OSA tedavisindeki rolüne ilişkin kanıtlar sınırlıdır. 2025 tarihli bir sistematik derlemede, şeffaf plaklarla ilişkili farklı tedavi protokollerinde üst hava yolu morfolojisi ve hyoid kemik konumunda değişiklikler bildirilmiştir. Ancak derlemede şeffaf plaklarla birlikte ayrı mandibular ilerletme apareyi kullanımı, ark genişletme, cerrahi ile birlikte uygulanan plak tedavisi ve şeffaf plakla fonksiyonel mandibular ilerletme gibi farklı yaklaşımlar bir arada değerlendirilmiştir (Samater et al., 2025). Bu nedenle, bildirilen sonuçların doğrudan şeffaf plakla mandibular ilerletmeye atfedilmesi uygun değildir. Şeffaf plaklarla mandibular ilerletmeyi geleneksel fonksiyonel apareylerle karşılaştıran çalışmalar ise ağırlıklı olarak Sınıf II maloklüzyonun düzeltilmesine odaklanmakta ve OSA tedavisindeki etkinliğe doğrudan kanıt sunmamaktadır (Salek et al., 2025). Mevcut morfolojik bulguların klinik öneminin belirlenmesi için, polisomnografik sonuçları ve klinik belirtileri

değerlendiren, iyi tasarlanmış kontrollü ve uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Erişkinlerde Cerrahi Dışı Ortodontik Değerlendirmeler

Erişkinlerde ortognatik cerrahi olmaksızın uygulanan ortodontik tedavinin OSA yönetimindeki rolü sınırlıdır. Cerrahi planlanan hastalarda ise ortodontik değerlendirme ve oklüzal hazırlık, disiplinlerarası tedavi sürecinin önemli bileşenleridir. Premolar çekiminin OSA riskini artırabileceğine ilişkin kaygılar mevcut kanıtlarla desteklenmemektedir. Elektronik sağlık kayıtlarına dayanan geniş örneklemli bir çalışmada, premolar çekimi ile OSA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (Larsen et al., 2015). Amerikan Ortodontistler Birliği'nin 2026 tarihli güncellemesi de premolar çekiminin tek başına OSA riskini artırdığı görüşünü destekleyen yeterli kanıt bulunmadığını belirtmektedir (Palomo et al., 2026). Bununla birlikte, bu bulgular tüm çekim protokollerinin her hasta için risksiz olduğu şeklinde yorumlanmamalı; çekim kararı, bireysel dentofasiyal özellikler ve tedavi hedefleri doğrultusunda verilmelidir.

Orofasiyal Miyofonksiyonel Terapi

Orofasiyal miyofonksiyonel terapi (OMT), orofasiyal ve faringeal kaslara yönelik izotonik ve izometrik egzersizlerle kas tonusunu ve koordinasyonunu geliştirmeyi amaçlayan yardımcı bir tedavi yaklaşımıdır. Bir meta-analizde, AHİ'de erişkinlerde yaklaşık %50, çocuklarda ise yaklaşık %62 oranında azalma bildirilmiştir (Camacho et al., 2015). Bununla birlikte, bir Cochrane derlemesi, çalışmaların sınırlı sayıda olması ve yöntemsel farklılıklar nedeniyle tedavi etkinliğine ilişkin kanıtların kesinliğinin düşük veya çok düşük olduğunu vurgulamıştır (Rueda et al., 2020). OMT'nin seçilmiş hastalarda yardımcı tedavi olarak kullanılabileceği, CPAP uyumunu destekleyebileceği ve çocuklarda adenotonsillektomi sonrası OSA nüksünün azaltılmasına katkıda bulunabileceği bildirilmiştir (Diaféria et al., 2017; Guilleminault et al., 2013; Zhang

et al., 2022). Ancak bu kullanım alanlarına ilişkin kanıtlar sınırlı olup, OMT'nin rutin olarak tek başına uygulanmasını destekleyecek yeterli bilimsel dayanak bulunmamaktadır.

Cerrahi Yaklaşımlar

Maksillomandibular İlerletme

Maksillomandibular ilerletme (MMİ), orta ve ağır şiddette OSA tedavisinde etkinliği yüksek cerrahi seçeneklerden biridir. Hastalığın şiddeti, dentofasiyal ve üst hava yolu anatomisi, önceki tedavilere yanıt, CPAP toleransı ve hastanın tercihleri birlikte değerlendirilerek uygun hastalarda uygulanabilir. Bimaksiller osteotomi ile maksilla ve mandibulanın birlikte ilerletilmesi, üst hava yolunun farklı düzeylerde genişlemesini sağlar. Bireysel hasta verilerine dayalı bir meta-analizde, ameliyat sonrası AHİ'de ortalama yaklaşık %80 azalma ile en düşük oksijen satürasyonunda ve Epworth Uykululuk Ölçeği puanlarında iyileşme bildirilmiştir (Zaghi et al., 2016). Aynı meta-analizde, AHİ verisi bulunan 455 hastada cerrahi başarı oranı %85,5, cerrahi kür oranı ise %38,5 olarak saptanmıştır. Cerrahi başarı, AHİ'de en az %50 azalma ve ameliyat sonrası AHİ'nin 20 olay/saatin altında olması; cerrahi kür ise AHİ'nin 5 olay/saatin altına düşmesi olarak tanımlanmıştır (Zaghi et al., 2016). Ameliyat öncesi AHİ'nin 60 olay/saatin altında olması cerrahi kür olasılığının artmasıyla ilişkili bulunmuştur. Daha genç yaş, daha düşük alt anterior yüz yüksekliği, daha küçük üst posterior hava yolu boşluğu (SPAS), düşük santral apne indeksi ve kardiyovasküler hastalık bulunmaması da olumlu cerrahi yanıtla ilişkili faktörler arasında bildirilmiştir (Visscher et al., 2023; Zaghi et al., 2016; Zhou et al., 2023). Bununla birlikte, bu ilişkiler tek başına kesin hasta seçim ölçütleri olarak kullanılmamalıdır. MMİ'nin uzun dönem etkinliğini destekleyen bulgular bulunmakla birlikte, çok uzun süreli takiplerde AHİ'nin erken ameliyat sonrası değerlere göre yeniden artabildiği bildirilmiştir (Vigneron et al., 2017; Camacho et al., 2019). Bu nedenle, klinik belirtilerin ve uyku

testi bulgularının uzun dönem izlenmesi önem taşımaktadır. Cerrahi hareketlerin planlanması ve uygun oklüzal ilişkilerin sağlanması için ortodontik ve cerrahi tedavi süreçlerinin koordinasyonu önem taşımaktadır. Seçilmiş OSA hastalarında, ameliyat öncesi ortodontik hazırlığın yapılmadığı "önce cerrahi" (surgery-first) yaklaşımı da uygulanabilmektedir. Bu yaklaşımla modifiye MMİ uygulanan 31 erişkinin değerlendirildiği bir çalışmada, AHİ ve en düşük oksijen satürasyonunda sağlanan iyileşmenin en az iki yıllık takipte korunduğu bildirilmiştir (Navasumrit et al., 2022).

Mandibular Distraksiyon Osteogenezi

Mandibular distraksiyon osteogenezi (MDO), başta Pierre Robin sendromu olan bebekler olmak üzere, belirgin mandibular hipoplazi ve glossoptoza bağlı ağır üst hava yolu obstrüksiyonu bulunan seçilmiş pediatrik hastalarda kullanılan cerrahi yöntemlerden biridir. Mandibulanın kademeli olarak uzatılması, dil tabanını kas bağlantıları aracılığıyla öne taşıyarak hava yolu obstrüksiyonunu azaltmayı amaçlar. Pediatrik mikrognati olgularını değerlendiren bir sistematik derlemede, MDO'nun trakeostomi gereksiniminin önlenmesine veya mevcut trakeostomi kanülünün çıkarılmasına (dekanülasyon) katkıda bulunabildiği bildirilmiştir (Breik et al., 2016). Bununla birlikte, tedavi sonuçları ve komplikasyonlar hastanın anatomik özellikleri, eşlik eden hastalıkları ve uygulanan protokole göre değişebilmektedir. Pierre Robin sendromu olan bebeklerde polisomnografi rehberliğinde yürütülen bir çalışmada, bazı hastalarda anatomik ölçütlere göre belirlenen ilerletme mesafesine ulaşıldıktan sonra da OSA'nın devam ettiği ve ek mandibular ilerletmeye ihtiyaç duyulduğu gösterilmiştir (Kochhar et al., 2022). Bu bulgular, tedavi yanıtının anatomik değişikliklerin yanı sıra objektif uyku testi sonuçlarıyla değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Üst Hava Yolu Stimülasyonu (Hipoglossal Sinir Stimülasyonu)

Hipoglossal sinir stimülasyonu (HGSS), CPAP'ı tolere edemeyen ve kullanılan sistemin anatomik ve klinik uygunluk ölçütlerini karşılayan seçilmiş orta ve ağır şiddette OSA hastalarında uygulanabilen bir cerrahi tedavi seçeneğidir. Sistematik derlemeler ve meta-analizler, tedaviyle AHİ'de azalma, Epworth Uykululuk Ölçeği puanlarında ve yaşam kalitesi ölçütlerinde iyileşme bildirmektedir. Beden kitle indeksi, üst hava yolundaki kollapsın bölgesi ve biçimi, diğer anatomik ve fenotipik özellikler ile fizyolojik endotiplerin tedavi yanıtıyla ilişkisi araştırılmaktadır; ancak bu değişkenlerin öngörü değerine ilişkin kanıtların gücü farklılık göstermektedir (Tukanov et al., 2024). MMİ ve HGSS sonuçlarını değerlendiren bir sistematik derlemede, bildirilen cerrahi başarı oranlarının MMİ çalışmalarında %41–100, HGSS çalışmalarında ise %27–78 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, hasta seçim ölçütleri ve çalışma yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle bu oranlar doğrudan karşılaştırılarak yöntemlerden birinin üstünlüğü sonucuna varılmamalıdır (Zhou et al., 2022).

Uyku Endoskopisi Rehberliğinde Cerrahi Planlama

İlaçla indüklenen uyku endoskopisi (Drug-Induced Sleep Endoscopy, DISE), farmakolojik olarak oluşturulan uyku benzeri koşullarda üst hava yolunun dinamik değerlendirilmesine olanak tanır. Uyanık muayenede saptanamayan kollaps bölgelerini ortaya koyabilmesi nedeniyle OSA hastalarında cerrahi planlamada kullanılan değerlendirme yöntemlerinden biridir (Certal et al., 2016; Di Bari et al., 2024). Bir sistematik derleme ve meta-analizde, DISE sonrasında hastaların yaklaşık %44'ünde tedavi planının değiştiği bildirilmiştir (Albdah et al., 2019). Bununla birlikte, bu değişikliğin cerrahi başarıya katkısı henüz netlik kazanmamış olup, sistematik derlemelerde birbiriyle tutarlı olmayan sonuçlar bildirilmiştir (Di Bari et al., 2024). Velum, orofaringeal lateral duvarlar, dil tabanı ve epiglot düzeylerini esas alan VOTE (Velum, Oropharynx, Tongue

base, Epiglottis) sınıflandırması gibi standartlaştırılmış sistemler, DISE bulgularının ortak bir terminolojiyle raporlanmasına ve çalışmaların karşılaştırılabilirliğine katkıda bulunmaktadır. Ancak evrensel olarak kabul edilmiş tek bir DISE sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır (Amos et al., 2018; De Vito et al., 2018).

Ortodontik ve Cerrahi Yaklaşımların Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

İncelenen literatür, OSA'nın heterojen ve multifaktöriyel yapısı nedeniyle tedavi planlamasında uyku tıbbı, kulak burun boğaz, ortodonti ve maksillofasiyal cerrahi disiplinlerinin iş birliğine dayanan, gerektiğinde kilo yönetimiyle desteklenen, hastaya özgü bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır (Faber et al., 2024). Bununla birlikte, ortodontik ve cerrahi girişimleri destekleyen kanıtların düzeyi farklılık göstermektedir. Pediatrik OSA'da RME'nin tek başına etkinliğine ilişkin kontrollü ve uzun dönemli çalışmalar yetersizliğini korurken (Fernández-Barriales et al., 2026), şeffaf plaklarla mandibular ilerletmenin OSA tedavisindeki rolüne ilişkin kanıtlar az sayıda ve farklı tedavi protokollerini içeren heterojen çalışmalarla sınırlıdır (Samater et al., 2025). MMİ ve HGSS ile olumlu tedavi sonuçları bildirilmesine karşın, iki yöntemin göreceli etkinliğini ortaya koyan doğrudan karşılaştırmalı kanıtlar yetersizdir (Zhou et al., 2022). MMİ sonrasında farklı dentofasiyal sınıflarda iyileşme görülmekle birlikte, güncel meta-analitik bulgular AHİ azalmasının iskeletsel sınıflara göre farklılaşabileceğine ve Sınıf I hastalarda daha fazla olabileceğine işaret etmektedir (Khan et al., 2025). Bu bulgular, sagittal iskeletsel sınıflamanın tek başına hasta seçim ölçütü olarak kullanılmasını desteklememektedir. Cerrahi hasta seçiminde yaş, OSA şiddeti, santral apne indeksi, kraniyofasiyal morfoloji ve üst hava yolu anatomisi gibi bireysel özellikler birlikte ele alınmalıdır (Khan et al., 2025; Visscher et al., 2023).

Araştırma Boşlukları ve Gelecek Yönelimler

Mevcut literatürde önemli araştırma gereksinimleri bulunmaktadır. Şeffaf plak sistemleriyle mandibular ilerletmenin OSA tedavisindeki rolüne ilişkin kanıtlar, az sayıda ve farklı tedavi protokollerini içeren heterojen çalışmalara dayanmaktadır. Bu nedenle, klinik etkinliğin ve uzun dönem sonuçların belirlenmesi için kontrollü prospektif çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Samater et al., 2025). MMİ ile HGSS'yi doğrudan karşılaştıran çalışmaların yetersizliği de hangi hasta gruplarının hangi yöntemden daha fazla yarar sağlayacağının belirlenmesini güçleştirmektedir (Zhou et al., 2022). İlaçla indüklenen uyku endoskopisi (DISE), tedavi planlamasına katkı sağlamakla birlikte, saptanan kollaps örüntülerine göre düzenlenen tedavilerin uzun dönem klinik sonuçları iyileştirip iyileştirmediği henüz yeterince açıklığa kavuşmamıştır (Di Bari et al., 2024). Gelecekteki araştırmalarda, standartlaştırılmış sonuç ölçütlerinin kullanıldığı çok merkezli prospektif tasarımlara öncelik verilmelidir. Bu çalışmaların, anatomik ve fenotipik özellikler ile fizyolojik endotiplerin hasta seçimindeki değerini ve şeffaf plakla mandibular ilerletmenin uzun dönem solunumsal ve dentoiskeletsel etkilerini değerlendirmesi önem taşımaktadır.

Multidisipliner Tedavi Planlaması

Kraniyofasiyal iskelet özellikleri, yumuşak doku fazlalığı ve solunum kontrolündeki farklılıklar OSA'nın gelişimine katkıda bulunabildiğinden, tedavi planlaması bireysel klinik değerlendirme ve uyku testi bulgularına dayanmalıdır. Sefalometri, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve ilaçla indüklenen uyku endoskopisi (DISE) gereksinimi ise hastanın özellikleri ve planlanan tedavi doğrultusunda belirlenmelidir. Uyanıklık sırasında elde edilen statik KIBT hava yolu ölçümleri, tek başına OSA tanısı koydurmaz ve polisomnografik değerlendirmenin yerini tutmaz. Pediatrik hastalarda maksiller transvers yetersizlik ve adenotonsiller

hipertrofinin obstrüksiyona katkıları ayrı ayrı değerlendirilerek RME ve adenotonsillektomi endikasyonları belirlenmeli; mandibular distraksiyon osteogenezi, ağır mandibular hipoplaziye bağlı obstrüksiyonu bulunan seçilmiş olgularda ele alınmalıdır. Erişkinlerde oral aparey tedavisi, özellikle hafif ve orta şiddette OSA'sı bulunan, CPAP'ı tolere edemeyen veya alternatif tedaviyi tercih eden uygun hastalarda değerlendirilebilir. MMİ kararı ise hastalığın şiddeti, anatomik özellikler, önceki tedavilere yanıt ve hastanın tercihleri birlikte dikkate alınarak verilmelidir. Ortodontistler, rutin muayene sırasında OSA ile ilişkili kraniyofasiyal özellikleri ve klinik belirtileri fark ederek riskli hastaların uyku hekimliği değerlendirmesine yönlendirilmesinde önemli rol üstlenmektedir (Breik et al., 2016; Di Bari et al., 2024; Palomo et al., 2026; Ramar et al., 2015).

Tanısal Değerlendirme: Polisomnografi ve Ev Tipi Uyku Testleri

Ortodontik ve cerrahi tedavi planlamasının temelinde doğru OSA tanısı ve hastalık şiddetinin belirlenmesi yer alır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen polisomnografi (PSG), tanıda altın standart yöntemdir. Ev tipi uyku apnesi testi (Home Sleep Apnea Testing, HSAT) ise orta veya ağır şiddette OSA açısından klinik şüphesi yüksek, komplike olmayan erişkinlerde uygun bir tanısal seçenek olarak kullanılabilir (Kapur et al., 2017). Ev tipi testlerin tanısal erişimi artırma potansiyeli ve maliyet-etkinliği, sağlık hizmetlerinin planlanması açısından önem taşımaktadır (Natsky et al., 2022). Erişkinlerde hastalık şiddeti, apne–hipopne indeksine (AHİ) göre hafif ($5 \leq$ AHİ <15 olay/saat), orta ($15 \leq$ AHİ <30 olay/saat) ve ağır (AHİ ≥ 30 olay/saat) olarak sınıflandırılır. Bu eşikler çocuklar için geçerli olmayıp, pediatrik değerlendirmede yaş grubuna özgü ölçütler kullanılmalıdır. Çoğu sınırlı kanallı HSAT sistemi, uyku evrelerini ve gerçek uyku süresini doğrudan ölçemez. Bu sistemlerde solunumsal olay indeksi (REİ), PSG'deki AHİ'den

farklı olarak toplam uyku süresi yerine izlem süresi üzerinden hesaplandığından, hastalık şiddeti olduğundan düşük tahmin edilebilir. Tek bir HSAT sonucunun negatif, sonuçsuz veya teknik açıdan yetersiz olması durumunda PSG yapılmalıdır (Kapur et al., 2017). PSG, solunumsal olayları ve uyku yapısını değerlendirirken, anatomik kollapsın yeri ve örüntüsü gerektiğinde ilaçla indüklenen uyku endoskopisi (DISE) ile incelenir (De Vito et al., 2018).

Pediatrik ve Erişkin OSA Arasındaki Fenotipik Farklar

Pediatrik ve erişkin OSA, etiyolojik özellikler ve tedavi yaklaşımları bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Çocuklarda adenotonsiller hipertrofi, üst hava yolu obstrüksiyonunun başlıca nedenlerinden biridir ve belirgin adenotonsiller hipertrofi bulunan uygun hastalarda adenotonsillektomi ilk basamak tedavi yaklaşımıdır (Marcus et al., 2012). Maksiller transvers yetersizliğin eşlik ettiği seçilmiş çocuklarda hızlı maksiller genişletme (RME), ortodontik bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir; ancak etkinliğine ilişkin kontrollü kanıtlar sınırlıdır (Ehsan et al., 2024). Erişkin OSA'da ise obezite, yaşla ilişkili anatomik ve nöromüsküler değişiklikler ile kraniyofasiyal özellikler birlikte rol oynayabilmektedir. Tedavi, hastalığın şiddeti ve bireysel özellikler doğrultusunda pozitif hava yolu basıncı (Positive Airway Pressure, PAP), oral aparey, kilo yönetimi ve seçilmiş hastalarda cerrahi girişimleri içerebilir. PAP, pozitif basınç uygulayan tedavilerin genel adıdır; sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) bu tedavilerin bir türüdür. Oral apareyler, CPAP'ı tolere edemeyen veya alternatif tedaviyi tercih eden uygun erişkin hastalarda değerlendirilebilir (Ramar et al., 2015). Ayrıca pediatrik ve erişkin OSA'da polisomnografik eşikler farklıdır. Çocuklarda düşük sıklıktaki obstrüktif solunum olayları da klinik açıdan anlamlı olabildiğinden, erişkin AHİ eşikleri pediatrik hastalara doğrudan uygulanmamalıdır (Ehsan et al., 2024).

Klinik Uygulamaya Yönelik Öneriler

Güncel kanıtlar doğrultusunda, klinik uygulamada hasta seçimi ve disiplinlerarası koordinasyon ön planda tutulmalıdır. Pediatrik hastalarda RME endikasyonu, maksiller transvers yetersizliğin doğrulanmasına dayanmalıdır. Adenotonsiller hipertrofi bulunan çocuklarda kulak burun boğaz değerlendirmesi yapılmalı; adenotonsillektomi ve ortodontik tedavi gereksinimi, her yöntemin endikasyonları ve varsa tedavi sonrası rezidüel OSA dikkate alınarak birlikte ele alınmalıdır (Ehsan et al., 2024; Yu et al., 2023). Erişkinlerde MİA tedavisine başlanmadan önce olası dental ve oklüzal yan etkiler hastaya açıklanmalı ve düzenli ortodontik izlem planlanmalıdır (Szmyt et al., 2026). MMİ planlanan hastalarda ameliyat öncesi AHİ, kraniyofasiyal özellikler ve gerektiğinde DISE bulguları birlikte değerlendirilerek beklenen yararlar, riskler ve tedavi yanıtına ilişkin belirsizlikler hastayla paylaşılmalıdır (Visscher et al., 2023; Zhou et al., 2023). CPAP'ı tolere edemeyen ve ilgili sistemin anatomik ve klinik uygunluk ölçütlerini karşılayan seçilmiş hastalarda HGSS bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir (Tukanov et al., 2024). Tedavi kararlarının, hastanın gereksinimleri doğrultusunda ortodonti, ağız, diş ve çene cerrahisi, kulak burun boğaz ve uyku tıbbı disiplinlerinin iş birliğiyle oluşturulması önerilmektedir.

Literatürün Değerlendirilmesine İlişkin Sınırlılıklar

Bu bölümde sunulan bulgular değerlendirilirken bazı sınırlılıklar dikkate alınmalıdır. İncelenen literatürde gözlemsel ve tek kollu çalışmaların bulunması, tedavi etkinliğine ilişkin nedensel çıkarımları sınırlandırmaktadır. Özellikle şeffaf plakla mandibular ilerletme ve MMİ ile HGSS'nin doğrudan karşılaştırılması gibi alanlarda kontrollü araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Değerlendirilen kaynakların ağırlıklı olarak İngilizce yayınlardan oluşması, dil yanlılığına ve literatürün eksik temsil edilmesine yol açabilir. Ayrıca hasta seçim ölçütleri, takip süreleri ve cerrahi başarı

ile kür tanımlarındaki farklılıklar, çalışma sonuçlarının doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu bölüm, sistematik derleme olarak tasarlanmamış; literatür anlatısal ve tematik bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Nicel meta-analiz yapılmamıştır. Bu nedenle sunulan sonuçlar, mevcut kanıtların yöntemsel sınırlılıkları dikkate alınarak yorumlanmalıdır.

Sonuç

OSA tedavisinde ortodontik yaklaşımların ve ortognatik cerrahinin rolüne ilişkin bilimsel kanıtlar, sistematik derlemeler, meta-analizler ve tedavi yanıtını öngörmeye yönelik çalışmalarla giderek artmaktadır. Bununla birlikte, tedavi yöntemlerini destekleyen kanıtların düzeyi farklılık göstermektedir. Oral apareyler, uygun seçilmiş erişkinlerde bir tedavi seçeneğidir. Çocuklarda adenotonsiller hipertrofi varlığında adenotonsillektomi temel tedavi yaklaşımlarından biridir. RME ise maksiller transvers yetersizliği doğrulanan seçilmiş çocuklarda değerlendirilebilir; ancak OSA üzerindeki bağımsız etkinliğine ilişkin kontrollü kanıtlar sınırlıdır. MMİ, uygun seçilmiş erişkinlerde etkinliği yüksek cerrahi seçeneklerden biri olup, MDO ağır mandibular hipoplaziye bağlı üst hava yolu obstrüksiyonu bulunan pediatrik hastalarda önemli bir tedavi seçeneğidir. HGSS ve DISE ile elde edilen dinamik hava yolu bulguları, bireyselleştirilmiş tedavi planlamasında farklı roller üstlenmektedir. Tedavi seçimi; hastalığın şiddeti, anatomik ve fizyolojik özellikler, önceki tedavilere yanıt ve hasta tercihleri doğrultusunda disiplinlerarası iş birliğiyle yapılmalıdır. Gelecekteki araştırmalarda, cerrahi başarı ve kür tanımlarının standartlaştırılmasına ve şeffaf plakla mandibular ilerletmenin solunumsal sonuçlarını değerlendiren kontrollü çalışmaların artırılmasına öncelik verilmelidir. Ayrıca ortodontik ve cerrahi tedavilerden beklenen yararların hasta düzeyinde öngörülmesini sağlayacak prognostik modellerin geliştirilmesi ve bağımsız hasta gruplarında doğrulanması önem taşımaktadır.

Kaynakça/References

Albdah, A. A., Alkusayer, M. M., Al-Kadi, M., Almofada, H., Alnofal, E. A., & Almutairi, S. (2019). The impact of drug-induced sleep endoscopy on therapeutic decisions in obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, *11*(10), e6041. https://doi.org/10.7759/cureus.6041

Amos, J. M., Durr, M. L., Nardone, H. C., Baldassari, C. M., Duggins, A., & Ishman, S. L. (2018). Systematic review of drug-induced sleep endoscopy scoring systems. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *158*(2), 240–248. https://doi.org/10.1177/0194599817737966

Benjafield, A. V., Ayas, N. T., Eastwood, P. R., Heinzer, R., Ip, M. S. M., Morrell, M. J., Nunez, C. M., Patel, S. R., Penzel, T., Pépin, J. L., Peppard, P. E., Sinha, S., Tufik, S., Valentine, K., & Malhotra, A. (2019). Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: A literature-based analysis. *The Lancet Respiratory Medicine*, *7*(8), 687–698. https://doi.org/10.1016/S2213-2600(19)30198-5

Breik, O., Tivey, D., Umapathysivam, K., & Anderson, P. (2016). Mandibular distraction osteogenesis for the management of upper airway obstruction in children with micrognathia: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *45*(6), 769–782. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.01.009

Camacho, M., Certal, V., Abdullatif, J., Zaghi, S., Ruoff, C. M., Capasso, R., & Kushida, C. A. (2015). Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep*, *38*(5), 669–675. https://doi.org/10.5665/sleep.4652

Camacho, M., Noller, M. W., Del Do, M., Wei, J. M., Gouveia, C. J., Zaghi, S., Boyd, S. B., & Guilleminault, C. (2019). Long-term results for maxillomandibular advancement to treat obstructive sleep apnea: A meta-analysis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *160*(4), 580–593. https://doi.org/10.1177/0194599818815158

Certal, V. F., Pratas, R., Guimarães, L., Lugo, R., Tsou, Y., Camacho, M., & Capasso, R. (2016). Awake examination versus DISE for surgical decision making in patients with OSA: A systematic review. *The Laryngoscope*, *126*(3), 768–774. https://doi.org/10.1002/lary.25722

De Vito, A., Carrasco Llatas, M., Ravesloot, M. J., Kotecha, B., de Vries, N., Hamans, E., Maurer, J., Bosi, M., Blumen, M., Heiser, C., Herzog, M., Montevecchi, F., Corso, R. M., Braghiroli, A., Gobbi, R., Vroegop, A., Vonk, P. E., Hohenhorst, W., Piccin, O., … Vicini, C. (2018). European position paper on drug-induced sleep endoscopy: 2017 update. *Clinical Otolaryngology*, *43*(6), 1541–1552. https://doi.org/10.1111/coa.13213

Di Bari, M., Colombo, G., Giombi, F., Leone, F., Bianchi, A., Colombo, S., Salamanca, F., & Cerasuolo, M. (2024). The effect of drug-induced sleep endoscopy on surgical outcomes for obstructive sleep apnea: A systematic review. *Sleep and Breathing*, *28*(2), 859–867. https://doi.org/10.1007/s11325-023-02931-z

Diaféria, G., Santos-Silva, R., Truksinas, E., Haddad, F. L. M., Santos, R., Bommarito, S., Gregório, L. C., Tufik, S., & Bittencourt, L. (2017). Myofunctional therapy improves adherence to continuous positive airway pressure treatment. *Sleep and Breathing*, *21*(2), 387–395. https://doi.org/10.1007/s11325-016-1429-6

Ehsan, Z., Ishman, S. L., Soghier, I., Almeida, F. R., Boudewyns, A., Camacho, M., Carno, M. A., Coppelson, K., Ersu, R. H., Ho, A. T. N., Kaditis, A. G., Machado, A. J., Jr., Mitchell, R. B., Resnick, C. M., Swaggart, K., & Verhulst, S. (2024). Management of persistent, post-adenotonsillectomy obstructive sleep apnea in children: An official American Thoracic Society clinical practice guideline. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *209*(3), 248–261. https://doi.org/10.1164/rccm.202310-1857ST

Faber, J., Mota, A., Ho, L.-I., & Darendeliler, M. A. (2024). The role of orthodontists in the multidisciplinary management of obstructive sleep apnea. *Progress in Orthodontics*, *25*(1), 40. https://doi.org/10.1186/s40510-024-00541-3

Fernández-Barriales, M., López de Luzuriaga, M., Lafuente-Ibáñez de Mendoza, I., Alonso Fernández-Pacheco, J. J., Álvarez Ruiz de Larrinaga, A., & Aguirre Urizar, J. M. (2026). Controlled prospective evidence of rapid maxillary expansion efficacy in pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review update. *Journal of Clinical Medicine*, *15*(8), 2976. https://doi.org/10.3390/jcm15082976

Guilleminault, C., Huang, Y. S., Monteyrol, P. J., Sato, R., Quo, S., & Lin, C. H. (2013). Critical role of myofascial reeducation in pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Medicine*, *14*(6), 518–525. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.01.013

Iannella, G., Pace, A., Bellizzi, M. G., Magliulo, G., Greco, A., De Virgilio, A., Croce, E., Gioacchini, F. M., Re, M., Costantino, A., Casale, M., Moffa, A., Lechien, J. R., Cocuzza, S., Vicini, C., Caranti, A., Marchese Aragona, R., Lentini, M., & Maniaci, A. (2025). The global burden of obstructive sleep apnea. *Diagnostics*, *15*(9), 1088. https://doi.org/10.3390/diagnostics15091088

Inchingolo, A. D., Marinelli, G., Cavino, M., Zaminga, L. P., Savastano, S., Inchingolo, F., Tartaglia, G. M., Del Fabbro, M., Palermo, A., Inchingolo, A. M., & Dipalma, G. (2025). Assessment of the effect of rapid maxillary expansion on nasal respiratory function and obstructive sleep apnea syndrome in children: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, *14*(18), 6565. https://doi.org/10.3390/jcm14186565

Kapur, V. K., Auckley, D. H., Chowdhuri, S., Kuhlmann, D. C., Mehra, R., Ramar, K., & Harrod, C. G. (2017). Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea: An American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *Journal of Clinical Sleep Medicine,* *13*(3), 479–504. https://doi.org/10.5664/jcsm.6506

Khan, S., Sutton, S. R., Nguyen, S. A., Rinn, A. M., Capasso, R., Lal, C., Rakha, A., Huja, S. S., Tremont, T. J., & Abdelwahab, M. (2025). Outcomes of maxillomandibular advancement (MMA) by dentofacial class: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *63*(2), 83–90. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2024.10.241

Kochhar, R., Modi, V., de Silva, N., Gueye-Ndiaye, S., Neugarten, J. M., Ward, M. J., Gerber, L. M., An, A., Mauer, E., & Veler, H. (2022). Polysomnography-guided mandibular distraction osteogenesis in Pierre Robin sequence patients. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *18*(7), 1749–1755. https://doi.org/10.5664/jcsm.9960

Larsen, A. J., Rindal, D. B., Hatch, J. P., Kane, S., Asche, S. E., Carvalho, C., & Rugh, J. (2015). Evidence supports no relationship between obstructive sleep apnea and premolar extraction: An electronic health records review. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *11*(12), 1443–1448. https://doi.org/10.5664/jcsm.5284

Marcus, C. L., Brooks, L. J., Draper, K. A., Gozal, D., Halbower, A. C., Jones, J., Schechter, M. S., Ward, S. D., Sheldon, S. H., Shiffman, R. N., Lehmann, C., & Spruyt, K. (2012). Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics*, *130*(3), e714–e755. https://doi.org/10.1542/peds.2012-1672

Natsky, A. N., Chai-Coetzer, C. L., Vakulin, A., McEvoy, R. D., Adams, R. J., & Kaambwa, B. (2022). Economic evaluation of diagnostic sleep studies for obstructive sleep apnoea in the adult population: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, *62*, 101608. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101608

Navasumrit, S., Chen, Y.-A., Hsieh, Y.-J., Yao, C.-F., Chang, C.-S., Chen, N.-H., Liao, Y.-F., & Chen, Y.-R. (2022). Skeletal and upper airway stability following modified maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea in skeletal class I or II deformity. *Clinical Oral Investigations*, *26*(3), 3239–3250. https://doi.org/10.1007/s00784-021-04306-8

Palomo, J. M., Cohen-Levy, J., Flores-Mir, C., Khosravi, R., Levine, M., Pickard, M., Hittner, J., Callahan, J., & Siegel, S. M. (2026). Sleep-disordered breathing and orthodontics: An American Association of Orthodontists white paper update. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *169*(4), 419–427. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2026.01.014

Ramar, K., Dort, L. C., Katz, S. G., Lettieri, C. J., Harrod, C. G., Thomas, S. M., & Chervin, R. D. (2015). Clinical practice guideline for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring with oral appliance therapy: An update for 2015. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *11*(7), 773–827. https://doi.org/10.5664/jcsm.4858

Rotenberg, B. W., Murariu, D., & Pang, K. P. (2016). Trends in CPAP adherence over twenty years of data collection: A flattened curve. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, *45*(1), 43. https://doi.org/10.1186/s40463-016-0156-0

Rueda, J. R., Mugueta-Aguinaga, I., Vilaró, J., & Rueda-Etxebarria, M. (2020). Myofunctional therapy (oropharyngeal exercises) for obstructive sleep apnoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *11*(11), CD013449. https://doi.org/10.1002/14651858.CD013449.pub2

Salek, F., Benyahia, H., & Zaoui, F. (2025). Comparative efficacy of mandibular advancement aligners and conventional orthopedic appliances in treating class II malocclusion: A systematic review. *Discover Medicine*, *2*(1), 127. https://doi.org/10.1007/s44337-025-00331-8

Samater, F. M., Aldomiaty, D. T., Alqahtani, R. F., Alzahrani, A. M., & Alharthi, D. S. (2025). A systematic review of mandibular advancement using clear aligners in patients with sleep apnea. *APOS Trends in Orthodontics*, *15*(1), 1–11. https://doi.org/10.25259/APOS_152_2024

Sawunyavisuth, B., Ngamjarus, C., & Sawanyawisuth, K. (2023). Adherence to continuous positive airway pressure therapy in pediatric patients with obstructive sleep apnea: A meta-analysis. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, *19*, 143–162. https://doi.org/10.2147/TCRM.S358737

Sönmez, I., Vo Dupuy, A., Yu, K. S., Cronin, J., Yee, J., & Azarbarzin, A. (2025). Unmasking obstructive sleep apnea: Estimated prevalence and impact in the United States. *Respiratory Medicine*, *248*, 108348. https://doi.org/10.1016/j.rmed.2025.108348

Szmyt, J., Szczapa, T., Chyła, M., Bęben, A., & Maciejewska, I. (2026). Obstructive sleep apnea: The expanding role of dental sleep medicine—A systematic review of mandibular advancement devices, treatment efficacy, and occlusal complications. *Dentistry Journal*, *14*(1), 62. https://doi.org/10.3390/dj14010062

Tukanov, E., Van Loo, D., Dieltjens, M., Verbraecken, J., Vanderveken, O. M., & Op de Beeck, S. (2024). Baseline characteristics associated with hypoglossal nerve stimulation treatment outcomes in patients with obstructive sleep apnea: A systematic review. *Life*, *14*(9), 1129. https://doi.org/10.3390/life14091129

Vigneron, A., Tamisier, R., Orset, E., Pepin, J. L., & Bettega, G. (2017). Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea syndrome treatment: Long-term results. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *45*(2), 183–191. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2016.12.001

Visscher, W. P., Ho, J.-P. T. F., Zhou, N., Ravesloot, M. J. L., Schulten, E. A. J. M., de Lange, J., & Su, N. (2023). Development and internal validation of a prediction model for surgical success of maxillomandibular advancement for the treatment of moderate to severe obstructive sleep apnea. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(2), 503. https://doi.org/10.3390/jcm12020503

Wei, Z., Zhao, T., Li, Y., Ngan, P., Wang, Z., Hua, F., & He, H. (2025). The dentofacial and upper airway morphology of adults with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *80*, 102065. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2025.102065

Yu, K., Li, Y., Ngan, P., Li, L., Huang, J., Hua, F., Zhao, T., & He, H. (2026). The effect of rapid maxillary expansion on children with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep and Breathing*, *30*(1), 77. https://doi.org/10.1007/s11325-026-03606-1

Yu, M., Ma, Y., Xu, Y., Bai, J., Lu, Y., Han, F., & Gao, X. (2023). Orthodontic appliances for the treatment of pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and network meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *72*, 101855. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2023.101855

Zaghi, S., Holty, J.-E. C., Certal, V., Abdullatif, J., Guilleminault, C., Powell, N. B., Riley, R. W., & Camacho, M. (2016). Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: A meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, *142*(1), 58–66. https://doi.org/10.1001/jamaoto.2015.2678

Zhang, F., Tian, Z., Shu, Y., Zou, B., Yao, H., Li, S., & Li, Q. (2022). Efficiency of oro-facial myofunctional therapy in treating obstructive sleep apnoea: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Oral Rehabilitation*, *49*(7), 734–745. https://doi.org/10.1111/joor.13325

Zhou, N., Ho, J.-P. T. F., Spijker, R., Aarab, G., de Vries, N., Ravesloot, M. J. L., & de Lange, J. (2022). Maxillomandibular advancement and upper airway stimulation for treatment of obstructive sleep apnea: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(22), 6782. https://doi.org/10.3390/jcm11226782

Zhou, N., Ho, J.-P. T. F., Visscher, W. P., Su, N., Lobbezoo, F., & de Lange, J. (2023). Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea: A retrospective prognostic factor study for surgical response. *Sleep and Breathing*, *27*(4), 1567–1576. https://doi.org/10.1007/s11325-022-02731-x

BÖLÜM 2

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNDE GÜNCEL ORTODONTİK YAKLAŞIMLAR

Saniye Merve CENGİZ[1]
Sıdıka TEMEL[2]

Giriş

Obstrüktif Uyku Apnesine Genel Bakış

Obstrüktif uyku apnesi (OUA), uyku sırasında üst hava yolunun tekrarlayan biçimde kısmen veya tamamen kollabe olması sonucunda hava akımının azalması ya da kesilmesiyle karakterize, uyku ile ilişkili bir solunum bozukluğudur. Tekrarlayan apne ve hipopne atakları uyku bütünlüğünün bozulmasına ve oksijen satürasyonunda azalmaya neden olabilir (Gottlieb & Punjabi, 2020).

OUA; gündüz uykululuğu, dikkat ve konsantrasyon güçlüğü, yaşam kalitesinde azalma, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik bozukluklarla ilişkili olabilir (Chokroverty, 2010).

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0000-0003-0803-8735
[2] Arş. Gör., Mersin Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0009-0003-6434-5323

Hastalığın gelişiminde obezitenin yanı sıra mandibular ve maksiller yetersizlik gibi kraniyofasiyal özellikler de etkili olabilir (Ciavarella vd., 2023; Gottlieb & Punjabi, 2020).

OUA'nın tanısı uyku hekimi tarafından klinik değerlendirme ve uyku incelemeleri doğrultusunda konulur. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen polisomnografi, OUA tanısında altın standart yöntemdir. Tedavi planı; hastanın yaşı, hastalığın şiddeti ve eşlik eden anatomik ve sistemik faktörler dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir (Palomo vd., 2016).

Ortodontistin Tanı ve Tedavideki Rolü

Ortodontistler rutin muayene sırasında maksiller darlık, mandibular retrognati, dar üst hava yolu ve tonsiller hipertrofi gibi OUA ile ilişkili olabilecek anatomik özellikleri fark edebilir (Alansari, 2022; Brodsky, 1989). Horlama, ağız solunumu ve gündüz uykululuğu gibi belirtilerin değerlendirilmesi, risk taşıyan hastaların uyku hekimine veya kulak burun boğaz uzmanına yönlendirilmesine katkı sağlar. Bununla birlikte ortodontik muayene ve görüntüleme yöntemleri tek başına OUA tanısı koymak için yeterli değildir (Palomo vd., 2016).

Ortodontik tedaviler, OUA tanısı bulunan her hastaya rutin olarak uygulanmamalı; maksiller darlık veya mandibular retrognati gibi ortodontik tedavi gerektiren bir kraniyofasiyal problem bulunduğunda değerlendirilmelidir. Çocuklarda hızlı maksiller genişletme ve fonksiyonel apareyler uygun endikasyonu bulunan hastalarda multidisipliner tedaviye katkı sağlayabilir (Behrents vd., 2019; Idris vd., 2018). Erişkinlerde mandibular ilerletme apareyleri cerrahi olmayan bir tedavi seçeneğidir (O'Sullivan vd., 1995). Erişkin maksiller ekspansiyonu ve maksillomandibular ilerletme cerrahisi ise seçilmiş hastalarda uygulanabilir (Jamieson vd., 1986; Yoon vd., 2020).

Bu bölümde OUA'nın değerlendirilmesinde ortodontistin rolü, çocuk ve erişkinlerde uygulanan ortodontik tedavi seçenekleri, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi ve güncel dijital yaklaşımlar mevcut kanıtlar doğrultusunda ele alınacaktır.

Obstrüktif Uyku Apnesinde Ortodontik Tanı

Klinik değerlendirme

Ortodontik değerlendirmede hastanın uyku ve solunum öyküsü sorgulanmalıdır. Horlama, tanık olunan apne, uyku sırasında boğulma hissi, ağız solunumu, dinlendirmeyen uyku, sabah baş ağrısı, gündüz uykululuğu, yorgunluk ve konsantrasyon güçlüğü OUA şüphesini artıran başlıca belirtilerdir. Hasta gece ortaya çıkan solunum olaylarının farkında olmayabileceğinden mümkünse eşinden veya ailesinden de bilgi alınmalıdır (Gottlieb & Punjabi, 2020).

Klinik muayenede boy, kilo, vücut kitle indeksi ve boyun çevresi değerlendirilmelidir. Ağız içi ve orofarengeal incelemede tonsil büyüklüğü, Mallampati skoru, yumuşak damak ve uvulanın özellikleri, dil hacmi, maksiller arkın genişliği, mandibulanın konumu ve oklüzal ilişkiler göz önünde bulundurulmalıdır. Nazal obstrüksiyonla ilişkili bulguların varlığı da araştırılmalıdır (Guilleminault & Abad, 2004; McNicholas, 2008).

Berlin, STOP-Bang ve Epworth Uykululuk Ölçeği ile çocuklarda Pediatrik Uyku Anketi, OUA riskinin belirlenmesine yardımcı olabilir. Ancak bu araçlar kesin tanı koydurmaz. Ortodontistin görevi risk taşıyan hastayı belirleyerek uyku hekimine yönlendirmektir. OUA'nın kesin tanısı ve şiddetinin belirlenmesinde altın standart yöntem polisomnografidir (Palomo vd., 2016).

Kraniyofasiyal özellikler

OUA ile ilişkili kraniyofasiyal özellikler arasında maksiller ve mandibular uzunlukların azalması, mandibular retrognati veya

mikrognati, artmış yüz yüksekliği, artmış gonial açı, orofarenksin sagittal çapında azalma ve hyoid kemiğin inferior konumlanması bulunmaktadır. Bu özellikler dil ve çevresindeki yumuşak dokuların posterior yönde konumlanmasına ve üst hava yolunun daralmasına katkıda bulunabilir (Ciavarella vd., 2023; Xu vd., 2025).

Dar maksilla ve yüksek damak kubbesi de nazal direncin artması ve dilin posterior konumlanmasıyla ilişkili olabilir. Bununla birlikte hiçbir kraniyofasiyal özellik OUA varlığını veya şiddetini tek başına göstermez; anatomik bulgular klinik belirtiler ve fonksiyonel değerlendirmelerle birlikte yorumlanmalıdır (Capan vd., 2013; Hartfield vd., 2023).

Sefalometrik analiz

Lateral sefalometrik radyografiler; maksilla ve mandibulanın kraniyal kaideye göre konumunun, kraniyofasiyal büyüme paterninin, hyoid kemiğin, yumuşak damağın ve posterior hava yolu boşluğunun değerlendirilmesine olanak sağlar. OUA hastalarında mandibular retrognati, hyoid kemiğin inferior konumlanması, yumuşak damak uzunluğunda artış ve posterior hava yolu mesafesinde azalma görülebilir (Bayat vd., 2017; Bilici vd., 2018).

Sefalometri kolay ulaşılabilir bir değerlendirme yöntemi olmakla birlikte, üç boyutlu (3B) üst hava yolunu yalnızca iki boyutlu (2B) olarak gösterir. Mediolateral hava yolu genişliği, kas tonusu ve uyku sırasında meydana gelen dinamik kollaps değerlendirilemediğinden sefalometrik bulgular tek başına OUA tanısı için kullanılmamalıdır (Palomo vd., 2016).

CBCT ve üst hava yolu analizi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), baş ve boyun bölgesindeki sert ve yumuşak dokuların 3B olarak görüntülenmesine ve üst hava yolunun şekil, hacim ve kesitsel alan bakımından değerlendirilmesine olanak sağlar. Hava yolu segmentasyonunun

doğruluğu kullanılan gri değerlerden ve yazılım özelliklerinden etkilenebileceğinden ölçümlerin standardize edilmesi önemlidir (Azeredo vd., 2013; Osorio vd., 2008).

CBCT analizinde toplam hava yolu hacminin yanı sıra minimum kesitsel alan da değerlendirilmelidir. Hava yolunun en dar bölgesini gösteren bu ölçüm, patolojik daralmaların belirlenmesinde toplam hacimden daha açıklayıcı olabilir (ElShebiny vd., 2022).

Bununla birlikte CBCT, dinamik bir yapı olan üst hava yolunu statik olarak görüntüler; kas tonusu, kollaps eğilimi ve uyku sırasındaki solunum fonksiyonu hakkında doğrudan bilgi vermez. Bu nedenle CBCT bulguları tek başına OUA tanısı koydurmaz ve klinik değerlendirme ile polisomnografi sonuçlarıyla birlikte yorumlanmalıdır (ElShebiny vd., 2022; Palomo vd., 2016).

Çocuklarda Ortodontik Tedavi Yaklaşımları

Hızlı maksiller genişletme (RME)

Hızlı maksiller genişletme, büyüme dönemindeki çocuklarda transvers maksiller darlığın düzeltilmesinde kullanılan ortopedik bir tedavi yöntemidir. Tedavi sonucunda nazal kavite ve üst hava yolu boyutlarında artış meydana gelebilir; bu değişiklikler nazal hava akımının iyileşmesine ve hava yolu direncinin azalmasına katkı sağlayabilir (Bazargani vd., 2018; El & Palomo, 2014).

RME uygulanan pediatrik OUA hastalarında Apne-Hipopne İndeksi (AHİ) ve solunumla ilişkili belirtilerde iyileşme bildirilmiştir. Bununla birlikte tedavi yanıtı hastalar arasında değişkenlik göstermekte ve hava yolundaki anatomik genişleme her zaman polisomnografik bulguların normalleşmesiyle sonuçlanmamaktadır (Camacho vd., 2017).

Bu nedenle RME yalnızca OUA varlığına dayanılarak uygulanmamalı; klinik olarak belirlenmiş transvers maksiller darlık bulunduğunda planlanmalıdır. OUA bulunmayan çocuklarda

koruyucu amaçla uygulanmasını destekleyen yeterli kanıt bulunmamaktadır (Behrents vd., 2019).

Fonksiyonel apareyler

Mandibular retrognati ve iskeletsel Sınıf II maloklüzyon, orofarengeal hava yolu boyutlarında azalmayla ilişkili olabilir. Mandibulayı önde konumlandıran fonksiyonel apareyler; dil, yumuşak damak ve hyoid kemiğin anterior yönde konumlanmasına katkı sağlayarak üst hava yolu boyutlarını artırabilir (El & Palomo, 2011; Ganesh & Tripathi, 2021).

Çocuklarda mandibular ilerletici apareylerin kullanılması sonrasında AHİ'de ve solunumla ilişkili belirtilerde azalma bildirilmiştir. Sabit fonksiyonel apareylerle yapılan çalışmalarda da orofarengeal ve hipofarengeal hava yolu boyutlarında artış saptanmıştır. Ancak mevcut çalışmaların çoğu kısa süreli takip sonuçlarına dayanmaktadır (Gul Amuk vd., 2019; Idris vd., 2018).

Fonksiyonel apareyler öncelikle mandibular retrognati veya Sınıf II maloklüzyon gibi ortodontik bir endikasyon bulunduğunda uygulanmalıdır. OUA üzerindeki olası olumlu etkileri tedaviye eşlik eden bir kazanım olarak değerlendirilmeli; kalıcı solunumsal iyileşme sağladığı kabul edilmemelidir (Behrents vd., 2019).

Erken ortodontik tedavi

Erken ortodontik tedavi, OUA tanısı alan her çocuğa rutin olarak uygulanan bağımsız bir tedavi değildir. Ortodontik yaklaşım, transvers maksiller darlık veya mandibular retrognati gibi tedavi gerektiren bir kraniyofasiyal problem bulunduğunda planlanmalıdır. Maksiller darlığı bulunan çocuklarda RME, mandibular retrognatisi bulunan çocuklarda ise mandibular ilerletici fonksiyonel apareyler değerlendirilebilir (Behrents vd., 2019; Idris vd., 2018).

Adenotonsiller hipertrofinin eşlik ettiği pediatrik OUA olgularında, kontrendikasyon bulunmadığında, adenotonsillektomi

birinci basamak tedavi olarak önerilmektedir (Marcus vd., 2012). Maksiller darlığın da eşlik ettiği çocuklarda hızlı maksiller genişletme gibi ortodontik yaklaşımlar, cerrahi tedavinin alternatifi olarak değil, seçilmiş hastalarda multidisipliner tedavinin tamamlayıcı bir bileşeni olarak değerlendirilebilir (Templier vd., 2020).

RME ve fonksiyonel apareylerin solunumsal etkileri her çocukta aynı olmadığından hasta seçimi dikkatle yapılmalıdır. Tedavi sonuçları klinik belirtiler ve gerektiğinde tekrarlanan polisomnografi bulgularıyla izlenmeli; uzun dönem etkinliğe ilişkin mevcut kanıtlar temkinli yorumlanmalıdır (Idris vd., 2018).

Erişkinlerde Ortodontik Tedavi Yaklaşımları

Mandibular ilerletme apareyleri

Mandibular ilerletme apareyleri (MİA), mandibulayı uyku sırasında anterior konumda tutarak üst hava yolunun genişlemesini ve kollaps eğiliminin azalmasını sağlar. Bu apareyler başlıca primer horlama ile hafif ve orta şiddetli OUA'nın tedavisinde; şiddetli OUA'da ise sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) tedavisini tolere edemeyen hastalarda kullanılabilir (Randerath vd., 2021; Serra-Torres vd., 2016).

Tedavi etkinliği hastalar arasında değişmekle birlikte MİA kullanımı AHİ'yi, gündüz uykululuğunu ve horlamayı azaltarak yaşam kalitesini iyileştirebilir. Ancak aparey OUA'yı kalıcı olarak ortadan kaldırmaz; etkisini yalnızca kullanıldığı sürece gösterir (Johal vd., 2017; Marklund vd., 2012; Sutherland vd., 2015).

Kişiye özel ve titrasyon yapılabilen apareyler tercih edilmeli; mandibular ilerletme miktarı hastanın konforu ve tedavi yanıtına göre kademeli olarak ayarlanmalıdır. Uzun süreli kullanımda overjet ve overbite azalması ile kesici dişlerin konumunda değişiklikler

görülebileceğinden düzenli dental ve oklüzal takip yapılmalıdır (Doff vd., 2013; Faber vd., 2019).

MARPE ve erişkin maksiller ekspansiyonu

Erişkinlerde midpalatal süturun olgunlaşması nedeniyle geleneksel hızlı maksiller genişletmeyle iskeletsel ekspansiyon elde edilmesi güçleşebilir. Transvers maksiller darlığı bulunan hastalarda mini vida destekli hızlı palatal genişletme (MARPE) veya cerrahi destekli genişletme yöntemleri uygulanabilir (Brunetto vd., 2022; Yoon vd., 2020).

Dar maksilla ve nazal tabana sahip seçilmiş erişkin OUA hastalarında MARPE ve distraksiyon osteogenezisiyle maksiller ekspansiyon (DOME) sonrasında nazal obstrüksiyon, gündüz uykululuğu ve OUA şiddetinde azalma bildirilmiştir. Bununla birlikte mevcut bulgular sınırlı hasta gruplarına dayandığından maksiller ekspansiyon yalnızca OUA varlığına göre değil, klinik olarak belirlenmiş transvers maksiller darlık bulunduğunda planlanmalıdır (Brunetto vd., 2022; Yoon vd., 2020).

Ortodonti–ortognatik cerrahi ilişkisi

Maksillomandibular ilerletme (MMİ), maksilla ve mandibulanın öne alınmasıyla farengeal yumuşak dokuların ve dilin anterior yönde taşınmasını sağlayarak üst hava yolunu genişletir. MMİ, özellikle orta ve şiddetli OUA'nın tedavisinde en etkili anatomik cerrahi yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (Holty & Guilleminault, 2010; Zaghi vd., 2016).

Hipoplazik maksillomandibular kompleks, retrognati veya dar üst solunum yolu bulunan ve CPAP tedavisini tolere edemeyen hastalar MMİ için uygun adaylar olabilir. Ancak cerrahi kararında kraniyofasiyal yapı, obstrüksiyon bölgeleri, OUA şiddeti ve hastanın tercihleri birlikte değerlendirilmelidir (Liu vd., 2020; Zhou vd., 2021).

MMİ sonucunda oluşan iskeletsel değişiklikler dental ilişkileri etkileyebileceğinden oklüzyonun düzenlenmesi için ortodontik tedavi gerekebilir. Ortodontik-cerrahi tedavi; cerrahi öncesi ortodonti uygulanmadan, cerrahi öncelikli yaklaşımla veya geleneksel cerrahi öncesi ortodontik hazırlıkla yürütülebilir. Geleneksel ortodontik hazırlık OUA tedavisini geciktirebileceğinden, hazırlık döneminde hastanın solunumsal durumunun kontrol altında tutulması önemlidir (Faber, 2010).

Ortodontik Tedavi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Hava yolu değişiklikleri

Ortodontik tedavi sonrasında meydana gelen anatomik değişiklikler lateral sefalometri veya CBCT ile değerlendirilebilir. Değerlendirmede hava yolu hacmi ve minimum kesitsel alan dikkate alınmalıdır. RME sonrasında nazal kavite ve üst hava yolu boyutlarında artış görülebilir (Bazargani vd., 2018; El & Palomo, 2014).

Mandibular ilerletme apareyleri, mandibula ve ilişkili yumuşak dokuları anterior yönde konumlandırarak üst hava yolu boyutlarını artırabilir. Maksillomandibular ilerletme cerrahisi de maksilla ve mandibulayı öne taşıyarak farengeal hava yolunun genişlemesini sağlayabilir (Serra-Torres vd., 2016; Zaghi vd., 2016).

Bununla birlikte görüntüleme yöntemleriyle belirlenen hava yolu genişlemesi, OUA'nın düzeldiğini tek başına göstermez. Anatomik değişiklikler klinik belirtiler ve polisomnografi bulgularıyla birlikte değerlendirilmelidir (Bariani vd., 2022).

Polisomnografi bulguları

Ortodontik tedavinin OUA üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesinde polisomnografi temel referans yöntemlerden biridir. Tedavi öncesinde ve sonrasında başta AHİ olmak üzere oksijen satürasyonu, oksijen desatürasyon indeksi, uyku süresi ve

uyku evreleri karşılaştırılmalıdır (Guilleminault & Abad, 2004; Lee & Sundar, 2021).

RME uygulanan çocuklarda AHİ ve uyku kalitesinde iyileşme bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte sonuçlar değişkendir. RME sonrasında AHİ'de azalma bildirilmiş; ancak adenotonsillektominin solunumsal etkisinin daha belirgin olabileceği gösterilmiştir (Camacho vd., 2017).

RME sonrasında AHİ'de ve NREM uyku instabilitesinde azalma bildirilmiştir. Ancak uyku yapısı ve solunumsal parametreler her zaman tamamen normalleşmemektedir (Miano vd., 2009).

Uzun dönem stabilite

İzole maksiller darlığı bulunan çocuklarda RME sonuçlarının ortalama 12 yıllık takipte korunduğu ve klinik bulgular ile polisomnografi sonuçlarının normal olduğu bildirilmesine rağmen, çalışmada kontrol grubunun bulunmaması nedeniyle bu sonuçlar temkinli yorumlanmalıdır (Pirelli vd., 2015).

Mandibular ilerletme apareyleriyle olumlu solunumsal sonuçlar uzun dönemde devam edebilir. Bununla birlikte uzun süreli kullanım kesici dişlerin konumlarında değişikliklere ve overjet ile overbite miktarında azalmaya neden olabilir. Bu nedenle solunumsal etkinliğin yanında dental ve oklüzal değişiklikler de izlenmelidir (Tsolakis vd., 2022; Uniken Venema vd., 2020).

Maksillomandibular ilerletme cerrahisinin üst hava yolu üzerindeki etkisi genel olarak stabil olmakla birlikte hafif düzeyde iskeletsel veya hava yolu relapsı görülebilir. Uzun dönem değerlendirme klinik muayene, oklüzal inceleme, görüntüleme ve gerektiğinde tekrarlanan polisomnografiyi içermelidir (AlSaty vd., 2020).

Güncel Ortodontik Yaklaşımlar

Yazılım destekli hava yolu analizi

CBCT verilerinin yazılım destekli olarak segmentasyonu, üst hava yoluna ait 3B modellerin oluşturulmasına ve anatomik yapıların ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağlar. Ancak kullanılan eşik değerleri, segmentasyon sınırları ve yazılım özellikleri ölçüm sonuçlarını etkileyebileceğinden analizlerin standardize edilmesi önemlidir (Azeredo vd., 2013; ElShebiny vd., 2022).

Yazılım destekli analizlerde hava yolu hacmiyle birlikte minimum kesitsel alanın değerlendirilmesi, üst hava yolundaki dar bölgelerin belirlenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte bu ölçümler hava yolunun yalnızca statik anatomisini gösterir. Bu nedenle dijital görüntüleme bulguları tek başına OUA tanısı veya tedavi başarısı göstergesi olarak kullanılmamalı; klinik değerlendirme ve polisomnografi bulgularıyla birlikte yorumlanmalıdır (ElShebiny vd., 2022).

Kişiye özel ve titrasyon yapılabilen mandibular ilerletme apareyleri

Mandibular ilerletme apareyleri prefabrike veya kişiye özel olarak hazırlanabilir. Apareyin hastanın dentisyonuna ve mandibular hareket kapasitesine uygun biçimde tasarlanması; konfor, uyum ve tedavi sürecinin sürdürülebilirliği açısından önem taşır. Kişiye özel ve titrasyon yapılabilen apareyler, mandibular ilerletme miktarının hastanın klinik yanıtına göre ayarlanmasına olanak sağlar (Johal vd., 2017; Shi vd., 2023).

Titrasyon sürecinde mandibula başlangıç konumundan kademeli olarak ilerletilerek obstrüktif solunum olaylarını azaltan, aynı zamanda hasta tarafından tolere edilebilen konum belirlenir. Horlama ve uyku kalitesi gibi öznel belirtilerde iyileşme

sağlandıktan sonra tedavi etkinliğinin polisomnografiyle değerlendirilmesi ve apareyin nihai ilerletme miktarının buna göre belirlenmesi önerilmektedir (Faber vd., 2019; Mehta vd., 2001).

Dijital izlem teknolojileri

Akıllı telefon uygulamaları ve giyilebilir uyku takip cihazları, hastaların uyku ve solunum özelliklerinin ev ortamında izlenmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte mevcut uygulama ve cihazların doğrulukları değişkendir ve tüketici kullanımına sunulan birçok teknolojinin polisomnografiyle karşılaştırıldığında yeterli güvenilirliğe ulaşmadığı bildirilmiştir (Baptista vd., 2022; Chinoy vd., 2021).

Bu teknolojiler, klinik değerlendirme ve hasta–hekim iletişimini destekleyen yardımcı araçlar olarak kullanılabilir. Ancak yeterli bilimsel doğrulama yapılmadan OUA'nın tanısında veya tedavi kararlarının verilmesinde tek başına kullanılmamalı ve uyku hekimi tarafından gerçekleştirilen değerlendirmelerin ya da polisomnografinin yerine geçmemelidir (Khosla vd., 2018).

Sonuç

Ortodontik yaklaşımlar, obstrüktif uyku apnesinin tedavisinde hastanın yaşı, kraniyofasiyal özellikleri ve obstrüksiyonun nedeni dikkate alınarak planlanmalıdır. Çocuklarda hızlı maksiller genişletme ve fonksiyonel apareyler, uygun ortodontik endikasyonu bulunan hastalarda solunum fonksiyonlarına katkı sağlayabilir. Erişkinlerde ise mandibular ilerletme apareyleri, MARPE ve ortognatik cerrahi seçilmiş hastalarda uygulanabilecek tedavi seçenekleridir.

Ortodontik tedavi sonucunda görüntüleme yöntemleriyle belirlenen hava yolu genişlemesi, OUA'nın düzeldiğini tek başına göstermemektedir. Tedavi etkinliği; klinik belirtiler, polisomnografi

bulguları ve uzun dönem takip sonuçlarıyla birlikte değerlendirilmelidir.

OUA'nın çok faktörlü yapısı nedeniyle ortodontik tedavi bağımsız ve standart bir yaklaşım olarak görülmemelidir. Başarılı bir tedavi için ortodontist, uyku hekimi, kulak burun boğaz uzmanı ve gerektiğinde çene cerrahının yer aldığı multidisipliner yaklaşım önemlidir. Gelecekte dijital analizler, kişiselleştirilmiş apareyler ve dijital izlem uygulamalarının hasta seçimi ile tedavi öngörülebilirliğini geliştirmesi beklenmektedir.

Kaynakça

Alansari, R. A. (2022). The role of orthodontics in management of obstructive sleep apnea. *The Saudi Dental Journal*, *34*(3), 194–201. https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2022.02.001

AlSaty, G., Xiang, J., Burns, M., Eliliwi, M., Palomo, J. M., Martin, C., Weaver, B., & Ngan, P. (2020). Follow-up observation of patients with obstructive sleep apnea treated by maxillomandibular advancement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *158*(4), 527–534. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.09.016

Azeredo, F., de Menezes, L. M., Enciso, R., Weissheimer, A., & de Oliveira, R. B. (2013). Computed gray levels in multislice and cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *144*(1), 147–155. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.03.013

Baptista, P. M., Martin, F., Ross, H., O'Connor Reina, C., Plaza, G., & Casale, M. (2022). A systematic review of smartphone applications and devices for obstructive sleep apnea. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, *88*(Suppl. 5), S188–S197. https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2022.01.004

Bariani, R. C. B., Bigliazzi, R., Badreddine, F. R., Yamamoto, L. H., Tufik, S., Moreira, G., & Fujita, R. R. (2022). A clinical trial on 3D CT scan and polysomnographyc changes after rapid maxillary expansion in children with snoring. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, *88*, S162–S170. https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2022.04.004

Bayat, M., Shariati, M., Rakhshan, V., Abbasi, M., Fateh, A., Sobouti, F., & Davoudmanesh, Z. (2017). Cephalometric risk factors of obstructive sleep apnea. *CRANIO*, *35*(5), 321–326. https://doi.org/10.1080/08869634.2016.1239850

Bazargani, F., Magnuson, A., & Ludwig, B. (2018). Effects on nasal airflow and resistance using two different RME appliances: A randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, *40*(3), 281–284. https://doi.org/10.1093/ejo/cjx081

Behrents, R. G., Shelgikar, A. V., Conley, R. S., Flores-Mir, C., Hans, M., Levine, M., McNamara, J. A., Palomo, J. M., Pliska, B., Stockstill, J. W., Wise, J., Murphy, S., Nagel, N. J., & Hittner, J. (2019). Obstructive sleep apnea and orthodontics: An American Association of Orthodontists white paper. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *156*(1), 13–28.e1. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.04.009

Bilici, S., Yigit, O., Celebi, O. O., Yasak, A. G., & Yardimci, A. H. (2018). Relations between hyoid-related cephalometric measurements and severity of obstructive sleep apnea. *Journal of Craniofacial Surgery*, *29*(5), 1276–1281. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004483

Brodsky, L. (1989). Modern assessment of tonsils and adenoids. *Pediatric Clinics of North America*, *36*(6), 1551–1569. https://doi.org/10.1016/S0031-3955(16)36806-7

Brunetto, D. P., Moschik, C. E., Dominguez-Mompell, R., Jaria, E., Sant'Anna, E. F., & Moon, W. (2022). Mini-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) effects on adult obstructive sleep apnea (OSA) and quality of life: A multi-center prospective controlled trial. *Progress in Orthodontics*, *23*(1), Article 3. https://doi.org/10.1186/s40510-021-00397-x

Camacho, M., Chang, E. T., Song, S. A., Abdullatif, J., Zaghi, S., Pirelli, P., Certal, V., & Guilleminault, C. (2017). Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope, 127*(7), 1712–1719. https://doi.org/10.1002/lary.26352

Capan, E., Kilicoglu, H., Kiyan, E., & Ersu, R. (2013). Evaluation of the prevelance of obstructive sleep apnea in children who have narrow maxilla or retrognathic mandibula with habitual snoring. *European Respiratory Journal, 42*(Suppl. 57), P4286. https://doi.org/10.1183/13993003/erj.42.suppl_57.P4286

Chinoy, E. D., Cuellar, J. A., Huwa, K. E., Jameson, J. T., Watson, C. H., Bessman, S. C., Hirsch, D. A., Cooper, A. D., Drummond, S. P. A., & Markwald, R. R. (2021). Performance of seven consumer sleep-tracking devices compared with polysomnography. *Sleep, 44*(5), Article zsaa291. https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa291

Chokroverty, S. (2010). Overview of sleep & sleep disorders. *Indian Journal of Medical Research, 131*(2), 126–140.

Ciavarella, D., Lorusso, M., Campobasso, A., Cazzolla, A.-P., Montaruli, G., Burlon, G., Lo Muzio, E., Laurenziello, M., & Tepedino, M. (2023). Craniofacial morphology in obstructive sleep apnea patients. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 15*(12), e999–e1006. https://doi.org/10.4317/jced.61104

Doff, M. H. J., Finnema, K. J., Hoekema, A., Wijkstra, P. J., de Bont, L. G. M., & Stegenga, B. (2013). Long-term oral appliance therapy in obstructive sleep apnea syndrome: A controlled study on dental side effects. *Clinical Oral Investigations, 17*(2), 475–482. https://doi.org/10.1007/s00784-012-0737-x

El, H., & Palomo, J. M. (2011). Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 139*(6), e511–e521. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.02.015

El, H., & Palomo, J. M. (2014). Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: A CBCT study. *The Angle Orthodontist, 84*(2), 265–273. https://doi.org/10.2319/012313-71.1

ElShebiny, T., Morcos, S., El, H., & Palomo, J. M. (2022). Comparing different software packages for measuring the oropharynx and minimum cross-sectional area. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*(2), 228–237.e32. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.04.024

Faber, J. (2010). Anticipated benefit: A new protocol for orthognathic surgery treatment that eliminates the need for conventional orthodontic preparation. *Dental Press Journal of Orthodontics, 15*(1), 144–157. https://doi.org/10.1590/S2176-94512010000100016

Faber, J., Faber, C., & Faber, A. P. (2019). Obstructive sleep apnea in adults. *Dental Press Journal of Orthodontics, 24*(3), 99–109. https://doi.org/10.1590/2177-6709.24.3.099-109.sar

Ganesh, G., & Tripathi, T. (2021). Effect of fixed functional appliances on pharyngeal airway dimensions in skeletal Class II individuals—A scoping review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research, 11*(4), 511–523. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2021.07.004

Gottlieb, D. J., & Punjabi, N. M. (2020). Diagnosis and management of obstructive sleep apnea: A review. *JAMA, 323*(14), 1389–1400. https://doi.org/10.1001/jama.2020.3514

Guilleminault, C., & Abad, V. C. (2004). Obstructive sleep apnea syndromes. *Medical Clinics of North America*, *88*(3), 611–630. https://doi.org/10.1016/j.mcna.2004.01.002

Gul Amuk, N., Kurt, G., Baysal, A., & Turker, G. (2019). Changes in pharyngeal airway dimensions following incremental and maximum bite advancement during Herbst-rapid palatal expander appliance therapy in late adolescent and young adult patients: A randomized non-controlled prospective clinical study. *European Journal of Orthodontics*, *41*(3), 322–330. https://doi.org/10.1093/ejo/cjz011

Hartfield, P. J., Janczy, J., Sharma, A., Newsome, H. A., Sparapani, R. A., Rhee, J. S., Woodson, B. T., & Garcia, G. J. M. (2023). Anatomical determinants of upper airway collapsibility in obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *68*, Article 101741. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101741

Holty, J.-E. C., & Guilleminault, C. (2010). Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *14*(5), 287–297. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.11.003

Idris, G., Galland, B., Robertson, C. J., Gray, A., & Farella, M. (2018). Mandibular advancement appliances for sleep-disordered breathing in children: A randomized crossover clinical trial. *Journal of Dentistry*, *71*, 9–17. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.01.006

Jamieson, A., Guilleminault, C., Partinen, M., & Quera-Salva, M. A. (1986). Obstructive sleep apneic patients have craniomandibular abnormalities. *Sleep*, *9*(4), 469–477. https://doi.org/10.1093/sleep/9.4.469

Johal, A., Haria, P., Manek, S., Joury, E., & Riha, R. (2017). Ready-made versus custom-made mandibular repositioning devices in sleep apnea: A randomized clinical trial. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 13*(2), 175–182. https://doi.org/10.5664/jcsm.6440

Khosla, S., Deak, M. C., Gault, D., Goldstein, C. A., Hwang, D., Kwon, Y., O'Hearn, D., Schutte-Rodin, S., Yurcheshen, M., Rosen, I. M., Kirsch, D. B., Chervin, R. D., Carden, K. A., Ramar, K., Aurora, R. N., Kristo, D. A., Malhotra, R. K., Martin, J. L., Olson, E. J., … American Academy of Sleep Medicine Board of Directors. (2018). Consumer sleep technology: An American Academy of Sleep Medicine position statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 14*(5), 877–880. https://doi.org/10.5664/jcsm.7128

Lee, J. J., & Sundar, K. M. (2021). Evaluation and management of adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Lung, 199*(2), 87–101. https://doi.org/10.1007/s00408-021-00426-w

Liu, S. Y.-C., Riley, R. W., & Yu, M. S. (2020). Surgical algorithm for obstructive sleep apnea: An update. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology, 13*(3), 215–224. https://doi.org/10.21053/ceo.2020.01053

Marcus, C. L., Brooks, L. J., Draper, K. A., Gozal, D., Halbower, A. C., Jones, J., Schechter, M. S., Sheldon, S. H., Spruyt, K., Ward, S. D., Lehmann, C., & Shiffman, R. N. (2012). Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics, 130*(3), 576–584. https://doi.org/10.1542/peds.2012-1671

Marklund, M., Verbraecken, J., & Randerath, W. (2012). Non-CPAP therapies in obstructive sleep apnoea: Mandibular advancement device therapy. *European Respiratory Journal, 39*(5), 1241–1247. https://doi.org/10.1183/09031936.00144711

McNicholas, W. T. (2008). Diagnosis of obstructive sleep apnea in adults. *Proceedings of the American Thoracic Society, 5*(2), 154–160. https://doi.org/10.1513/pats.200708-118MG

Mehta, A., Qian, J., Petocz, P., Darendeliler, M. A., & Cistulli, P. A. (2001). A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 163*(6), 1457–1461. https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.6.2004213

Miano, S., Rizzoli, A., Evangelisti, M., Bruni, O., Ferri, R., Pagani, J., & Villa, M. P. (2009). NREM sleep instability changes following rapid maxillary expansion in children with obstructive apnea sleep syndrome. *Sleep Medicine, 10*(4), 471–478. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2008.04.003

Osorio, F., Perilla, M., Doyle, D. J., & Palomo, J. M. (2008). Cone beam computed tomography: An innovative tool for airway assessment. *Anesthesia & Analgesia, 106*(6), 1803–1807. https://doi.org/10.1213/ane.0b013e318172fd03

O'Sullivan, R. A., Hillman, D. R., Mateljan, R., Pantin, C., & Finucane, K. E. (1995). Mandibular advancement splint: An appliance to treat snoring and obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 151*(1), 194–198. https://doi.org/10.1164/ajrccm.151.1.7812552

Palomo, J. M., El, H., Palomo, L., & Strohl, K. P. (2016). Upper airway, cranial morphology, and sleep apnea. In L. W. Graber, R. L. Vanarsdall Jr., K. W. L. Vig, & G. J. Huang (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* (6th ed., pp. 319–352). Elsevier.

Pirelli, P., Saponara, M., & Guilleminault, C. (2015). Rapid maxillary expansion (RME) for pediatric obstructive sleep apnea: A 12-year follow-up. *Sleep Medicine*, *16*(8), 933–935. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.04.012

Randerath, W., Verbraecken, J., de Raaff, C. A. L., Hedner, J., Herkenrath, S., Hohenhorst, W., Jakob, T., Marrone, O., Marklund, M., McNicholas, W. T., Morgan, R. L., Pépin, J.-L., Schiza, S., Skoetz, N., Smyth, D., Steier, J., Tonia, T., Trzepizur, W., van Mechelen, P.-H., & Wijkstra, P. (2021). European Respiratory Society guideline on non-CPAP therapies for obstructive sleep apnoea. *European Respiratory Review,* *30*(162), Article 210200. https://doi.org/10.1183/16000617.0200-2021

Serra-Torres, S., Bellot-Arcís, C., Montiel-Company, J. M., Marco-Algarra, J., & Almerich-Silla, J. M. (2016). Effectiveness of mandibular advancement appliances in treating obstructive sleep apnea syndrome: A systematic review. *The Laryngoscope*, *126*(2), 507–514. https://doi.org/10.1002/lary.25505

Shi, X., Lobbezoo, F., Chen, H., Rosenmöller, B. R. A. M., Berkhout, E., de Lange, J., & Aarab, G. (2023). Comparisons of the effects of two types of titratable mandibular advancement devices on respiratory parameters and upper airway dimensions in patients with obstructive sleep apnea: A randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations, 27*(5), 2013–2025. https://doi.org/10.1007/s00784-023-04945-z

Sutherland, K., Takaya, H., Qian, J., Petocz, P., Ng, A. T., & Cistulli, P. A. (2015). Oral appliance treatment response and polysomnographic phenotypes of obstructive sleep apnea. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 11*(8), 861–868. https://doi.org/10.5664/jcsm.4934

Templier, L., Rossi, C., Miguez, M., De la Cruz Pérez, J., Curto, A., Albaladejo, A., & Lagravère Vich, M. (2020). Combined surgical and orthodontic treatments in children with OSA: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine, 9*(8), Article 2387. https://doi.org/10.3390/jcm9082387

Tsolakis, I. A., Palomo, J. M., Matthaios, S., & Tsolakis, A. I. (2022). Dental and skeletal side effects of oral appliances used for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring in adult patients—A systematic review and meta-analysis. *Journal of Personalized Medicine, 12*(3), Article 483. https://doi.org/10.3390/jpm12030483

Uniken Venema, J. A. M., Doff, M. H. J., Joffe-Sokolova, D., Wijkstra, P. J., van der Hoeven, J. H., Stegenga, B., & Hoekema, A. (2020). Long-term obstructive sleep apnea therapy: A 10-year follow-up of mandibular advancement device and continuous positive airway pressure. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 16*(3), 353–359. https://doi.org/10.5664/jcsm.8204

Xu, Q., Wang, X., Liu, P., Qin, L., Chen, H., Chen, W., & Guo, J. (2025). Correlation of cephalometric variables with obstructive sleep apnea severity among children: A hierarchical regression analysis. *CRANIO, 43*(1), 165–172. https://doi.org/10.1080/08869634.2022.2106073

Yoon, A., Guilleminault, C., Zaghi, S., & Liu, S. Y.-C. (2020). Distraction osteogenesis maxillary expansion (DOME) for adult obstructive sleep apnea patients with narrow maxilla and nasal floor. *Sleep Medicine*, *65*, 172–176. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.06.002

Zaghi, S., Holty, J.-E. C., Certal, V., Abdullatif, J., Guilleminault, C., Powell, N. B., Riley, R. W., & Camacho, M. (2016). Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: A meta-analysis. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery, 142*(1), 58–66. https://doi.org/10.1001/jamaoto.2015.2678

Zhou, N., Ho, J.-P. T. F., Huang, Z., Spijker, R., de Vries, N., Aarab, G., Lobbezoo, F., Ravesloot, M. J. L., & de Lange, J. (2021). Maxillomandibular advancement versus multilevel surgery for treatment of obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *57*, Article 101471. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101471

BÖLÜM 3

ORTODONTİDE KRANİYOSERVİKAL POSTÜRÜN DEĞERLENDİRİLMESİ: KLİNİK İLİŞKİLER VE GÜNCEL KANITLAR

Sevgi KAPTIKAÇTI AKAR[1]
İlknur VELİ[2]

Giriş

Kraniyoservikal postür, başın servikal vertebral kolon ve çevre anatomik yapılarla olan uzaysal ilişkisini ifade eder. Başın dengeli biçimde taşınması, kraniyum, servikal vertebra, mandibula, hyoid kemik ve ilişkili kas grupları arasındaki koordinasyonla sağlanmaktadır. Bu yapıların anatomik ve nöromüsküler bağlantıları nedeniyle kraniyoservikal postür ile kraniyofasiyal morfoloji arasındaki olası ilişkiler uzun süredir ortodontik tanı ve tedavi planlamasının ilgi alanlarından biridir. Solow ve Tallgren, doğal baş pozisyonunda elde edilen sefalometrik kayıtlar üzerinde başın servikal vertebral kolona göre eğimi ile sagital ve vertikal kraniyofasiyal özellikler arasında çeşitli ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir (Solow & Tallgren, 1976).

[1] Dr. Dt., Serbest Diş Hekimi, Ortodonti, Türkiye. ORCID: 0000-0003-0000-9569
[2] Prof. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0000-0001-7504-9122

Kraniyoservikal postürün iskeletsel çene ilişkileri, vertikal büyüme modeli, solunum fonksiyonu, mandibular konum ve hyoid kemik pozisyonuyla ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Güncel çalışmalarda iskeletsel Sınıf II bireylerde daha ekstansiyonda, iskeletsel Sınıf III bireylerde ise daha fleksiyonda bir baş pozisyonu gibi bazı postüral eğilimler bildirilmiştir. Bununla birlikte gözlenen ilişkiler büyüme dönemi, yaş, doğal baş pozisyonunun kaydedilme biçimi ve kullanılan ölçüm yöntemine göre değişebilmektedir. Çalışmaların büyük bölümünün kesitsel olması, kraniyofasiyal morfoloji ile postür arasında doğrudan neden-sonuç ilişkisi kurulmasını sınırlandırmaktadır (Peng et al., 2024).

Kraniyoservikal postürün değerlendirilmesinde lateral sefalometrik radyografiler uzun yıllardır temel yöntemlerden biri olarak kullanılmaktadır. Ancak baş pozisyonundaki kısa süreli değişikliklerin kraniyoservikal açılar, hyoid kemik konumu ve bazı kraniyofasiyal ölçümler üzerinde etkili olabilmesi, kayıtların standardizasyonunu önemli hâle getirmektedir (Ye et al., 2025). Günümüzde bilgisayar destekli sefalometrik analizlerin yanı sıra dijital fotogrametri, üç boyutlu yüzey görüntüleme, rasterstereografi, stabilometrik platformlar ve sensör tabanlı sistemler postürün radyasyon içermeyen ve tekrarlanabilir biçimde değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte farklı yöntemlerle elde edilen ölçümlerin birbiriyle doğrudan karşılaştırılması ve küçük sayısal değişikliklerin klinik olarak yorumlanması konusunda henüz tam bir standardizasyon bulunmamaktadır (Weigel et al., 2024).

Bu bölümde kraniyoservikal postürün anatomik ve işlevsel temelleri, dentofasiyal morfolojiyle ilişkisi, ortodontik tedavi sonrasında bildirilen değişimler ve mevcut değerlendirme yöntemlerinin doğruluğu, tekrarlanabilirliği ve klinik sınırlılıkları güncel kanıtlar doğrultusunda ele alınacaktır.

Kraniyoservikal Postürün Anatomik ve İşlevsel Temelleri

Kraniyoservikal postür, kraniyumun servikal vertebral kolon üzerindeki konumunu ve baş-boyun kompleksinin uzaysal yönelimini ifade eder. Başın dengeli biçimde taşınması; servikal vertebra, ligamentöz yapılar ve kraniyoservikal kasların koordineli nöromüsküler kontrolüne bağlıdır. Bu sistemdeki postüral değişiklikler mandibula, hyoid kemik ve üst hava yoluyla ilişkili yapıların uzaysal konumunu da etkileyebilir. Ancak anatomik ve işlevsel bağlantıların varlığı, kraniyoservikal postür ile dentofasiyal morfoloji arasında doğrudan bir neden-sonuç ilişkisi bulunduğunu göstermez (Gomes et al., 2014; Solow & Sandham, 2002).

Ortodontik değerlendirmede genel baş postürü ile doğal baş pozisyonu birbirinden ayrılmalıdır. Doğal baş pozisyonu, bireyin dik durumda ve görsel ekseni karşıya yönelmişken kendiliğinden aldığı fizyolojik baş yönelimidir. Kraniyal tabana ait düzlemlerin bireyler arasında değişkenlik göstermesi nedeniyle yüzün gerçek vertikal ve horizontal düzlemlere göre değerlendirilmesinde dış referans olarak kullanılabilir. Bununla birlikte görsel hedef, kayıt yöntemi ve zaman aralığı ölçümlerin tekrarlanabilirliğini etkileyebilir. Standartlaştırılmış protokoller kabul edilebilir tekrarlanabilirlik sağlasa da birkaç derecelik bireysel değişkenlik göz önünde bulundurulmalıdır (Bister et al., 2002; Cooke & Wei, 1988; Weber et al., 2013).

Kraniyoservikal ve Kraniyomandibular Bağlantılar

Mandibula ile servikal vertebral kolon arasında doğrudan bir eklem bağlantısı bulunmamakla birlikte kraniyomandibular ve kraniyoservikal sistemler, kaslar ve bunları çevreleyen bağ dokusu yapıları aracılığıyla işlevsel bir bütünlük göstermektedir. Çiğneme kaslarını, suprahyoid ve infrahyoid kasları ve servikal kasları çevreleyen bağ dokusu yapıları; mandibula, hyoid kemik, kraniyal taban, servikal bölge ve omuz arasında bölgesel anatomik bağlantılar

göstermektedir. Bu bağlantıların komşu dokular arasındaki gerilimin dağılımına ve mekanik etkileşime katkıda bulunabileceği düşünülmekle birlikte, kraniyomandibular ve kraniyoservikal bölgeler arasındaki kuvvet iletiminin büyüklüğü ve klinik önemi henüz kesin olarak ortaya konmamıştır. Özellikle hyoid kemik; suprahyoid kaslarla mandibula ve kraniyal tabana, infrahyoid kaslarla ise sternum ve skapular bölgeye bağlanarak bu yapılar arasında hareketli bir bağlantı oluşturur. Baş-boyun ve çiğneme kaslarına ait fasyaların ultrasonografik olarak değerlendirilebilmesi de bu yapıların kraniyoservikal birim içerisindeki anatomik birlikteliğini desteklemektedir (Pirri et al., 2021).

Kas kuvvetleri yalnızca tendonlar aracılığıyla kemiğe iletilmez; kası çevreleyen epimisyum, intermusküler bağ dokuları ve komşu fasyal yapılar üzerinden de dağıtılabilir. Epimüsküler miyofasyal kuvvet iletimi olarak tanımlanan bu mekanizma, bir kasın uzunluk ve gerilimindeki değişimin komşu kasların veya çevre bağ dokularının mekanik davranışını etkileyebileceğini düşündürmektedir. Başın fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında mandibular istirahat konumu, hyoid yerleşimi ve kas aktivitesi değişebilir. Bu değişiklikler yalnızca lokal kas kontraksiyonlarıyla değil, kraniyoservikal bağ dokusu boyunca dağılan gerilimle de ilişkili olabilir. Bununla birlikte miyofasyal kuvvet iletimine ilişkin güçlü mekanik kanıtların önemli bölümü hayvan, kadavra ve ekstremite çalışmalarından elde edilmiş; insanlarda ve özellikle kraniyomandibular bölgede doğrudan kuvvet iletimi henüz yeterince nicel olarak gösterilememiştir. Bu nedenle fasyal süreklilik, postür ile dentofasiyal morfoloji arasındaki olası etkileşimi açıklayan biyomekanik bir çerçeve sunmakla birlikte tek başına klinik nedensellik kanıtı olarak değerlendirilmemelidir (Maas, 2019; Wilke et al., 2018).

Hyoid Kemik ve İlişkili Yapılar

Hyoid kemik, diğer kemiklerle doğrudan eklem yapmayan ve kaslar ile ligamentler tarafından askıda tutulan hareketli bir yapıdır. Suprahyoid ve infrahyoid kaslar aracılığıyla mandibula, kraniyal taban, boyun ve toraks bölgesiyle bağlantılı olması; hyoid kemiğin dil hareketleri, yutkunma, fonasyon ve üst hava yolu açıklığının sürdürülmesinde rol almasını sağlar. Bu nedenle hyoid kemiğin radyografik konumu sabit olmayıp baş-boyun pozisyonu, kraniyofasiyal morfoloji, yaş ve cinsiyet gibi değişkenlerden etkilenebilir (Sahin Saglam & Uydas, 2006; Ye et al., 2025).

Baş postürünün değiştirildiği çalışmalarda hyoid kemiğin vertikal ve anteroposterior konumunda farklılıklar bildirilmekle birlikte bulgular tamamen tutarlı değildir. Bazı çalışmalarda nötral ve öne eğilmiş baş postürü arasında anlamlı değişiklikler belirlenirken, diğer araştırmalarda baş postürü grupları arasında hyoid konumu açısından fark saptanmamıştır. Bu nedenle tek bir hyoid ölçümünden dil postürü, kas dengesi veya solunum fonksiyonu hakkında kesin sonuç çıkarılmamalıdır (Valenzuela et al., 2005; Ye et al., 2025).

Solunum ve Yutkunmayla İlişkisi

Baş-boyun postürü ile üst hava yolu arasındaki ilişki karşılıklı olabilir. Başın ekstansiyonu faringeal hava yolu boyutlarını ve hyoid konumunu değiştirebildiğinden, farklı baş pozisyonlarında alınan radyografilerdeki hava yolu ölçümleri, solunum fonksiyonundaki kalıcı bir farklılığın doğrudan göstergesi olarak değerlendirilmemelidir. Benzer şekilde hava yolu direnci bulunan bireylerde görülen baş ekstansiyonunun olası bir kompanzasyon olduğu ileri sürülse de kesitsel çalışmalar ilişkinin yönünü belirlemek için yeterli değildir (Hellsing, 1989; Solow & Sandham, 2002).

Baş ve boyun pozisyonu, yutkunma sırasında hyoid hareketinin yönünü ve laringeal kapanmanın zamanlamasını etkileyebilir. Kraniyoservikal fleksiyon ve ekstansiyonla ilişkili bu değişiklikler, yutkunma işlevi değerlendirilirken baş pozisyonunun standartlaştırılmasının önemini göstermektedir (Ambiado-Lillo, 2025).

Sonuç olarak kraniyoservikal, kraniyomandibular ve hyoid sistemler arasında anatomik ve nöromüsküler bağlantılar bulunmaktadır. Ortodontik açıdan temel klinik çıkarım, baş pozisyonunun mandibular istirahat konumunu, hyoid kemiğe ait ölçümleri ve hava yolu değerlendirmelerini etkileyebileceğinin bilinmesidir. Bu nedenle karşılaştırmalı ve seri kayıtların mümkün olduğunca standartlaştırılmış doğal baş pozisyonunda elde edilmesi gerekir (Bister et al., 2002; Gomes et al., 2014; Weber et al., 2013).

Kraniyoservikal Postürün Değerlendirilmesi

Kraniyoservikal postürün değerlendirilmesinde klinik gözlem, lateral sefalometrik radyografi, standartlaştırılmış fotogrametri, üç boyutlu yüzey görüntüleme ve sensör tabanlı ölçümler kullanılmaktadır. Bu yöntemler farklı anatomik referansları ve ölçüm düzlemlerini temel aldığından birbirinin doğrudan alternatifi değildir. Yöntem seçimi; değerlendirme amacı, radyasyon gereksinimi, tekrarlı kayıt ihtiyacı ve ölçümlerin geçerlilik ve güvenilirlik düzeyi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır (Cassi et al., 2016; Pivotto et al., 2021).

Doğal Baş Pozisyonunun Standardizasyonu

Postür değerlendirmesinin güvenilirliği öncelikle kayıt sırasında doğal baş pozisyonunun tekrarlanabilir biçimde oluşturulmasına bağlıdır. Hastanın dik konumda göz hizasındaki uzak bir hedefe veya aynadaki gözlerine bakması, başını kısa süreli fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinden sonra rahat konuma getirmesi ve gövde pozisyonunun sabit tutulması sık kullanılan

standardizasyon yöntemleridir. Doğal baş pozisyonu klinik kullanım için kabul edilebilir tekrarlanabilirlik gösterse de tamamen sabit değildir; bu nedenle seri kayıtlardaki birkaç derecelik değişim doğrudan tedavi etkisi olarak yorumlanmamalıdır (Cassi et al., 2016; Cooke & Wei, 1988).

Üç boyutlu kayıt sistemlerinde başın yalnızca fleksiyon-ekstansiyon yönelimi değil, lateral eğim ve aksiyal rotasyonu da kontrol edilmelidir. Weber ve arkadaşlarının farklı zamanlarda alınan üç boyutlu yüz görüntülerini karşılaştırdığı çalışmada doğal baş pozisyonunun sagital, koronal ve aksiyal düzlemlerde tekrarlanabilir olduğu; ancak değişkenliğin sagital düzlemde daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Bu nedenle üç boyutlu görüntüler karşılaştırılmadan önce başın fleksiyon-ekstansiyon (pitch), lateral eğim (roll) ve aksiyal rotasyon (yaw) yönelimlerinin ortak bir koordinat sistemine göre standardize edilmesi önemlidir (Weber et al., 2013).

Lateral Sefalometrik Değerlendirme

Lateral sefalometrik radyografi, kraniyofasiyal yapılarla üst servikal vertebraların aynı görüntü üzerinde incelenmesine olanak sağlaması nedeniyle ortodontik postür çalışmalarında en sık kullanılan yöntemdir. Kraniyal taban, gerçek vertikal, servikal vertebra tanjantları ve odontoid proses gibi referanslar kullanılarak kraniyoservikal ve kraniyovertebral açılar ölçülebilir. Bununla birlikte iki boyutlu görüntüler aksiyal rotasyon ve lateral eğimi yeterince göstermez; anatomik süperpozisyon ve referans noktalarının belirlenmesindeki güçlükler de ölçüm hatasına neden olabilir (Cassi et al., 2016; Gomes et al., 2014).

Sefalometrik çalışmalardaki önemli bir sınırlılık, kraniyoservikal postürü tanımlamak için çok sayıda farklı açı ve referans çizgisinin kullanılmasıdır. Bu ölçümlerin aynı anatomik ilişkiyi göstermemesi, çalışmalar arasında doğrudan karşılaştırma

yapılmasını ve klinik eşik değerlerin oluşturulmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle sefalometrik postür ölçümlerinin tek başına tanısal bir sınıflama aracı olarak kullanılmamalı, standart koşullarda alınan seri kayıtların karşılaştırılmasında değerlendirilmelidir (Gomes et al., 2014; Pivotto et al., 2021).

Fotogrametrik Değerlendirme

İki boyutlu fotogrametri, cilt yüzeyine yerleştirilen anatomik işaretlerin standart lateral veya frontal fotoğraflar üzerinde ölçülmesine dayanan, radyasyon içermeyen bir yöntemdir. Başın gövdeye göre önde konumlanmasının değerlendirilmesinde tragus ile yedinci servikal vertebra arasındaki çizginin horizontal düzlemle oluşturduğu kraniyovertebral açı sıklıkla kullanılmaktadır. Fotoğrafik açı ölçümlerinin değerlendiriciler arası ve değerlendirici içi güvenilirliği genel olarak kabul edilebilir olmakla birlikte, yalnızca görsel gözleme dayalı postür sınıflamasının güvenilirliği daha düşüktür (Gadotti et al., 2013; Pivotto et al., 2021).

Fotogrametrik sonuçlar kamera yüksekliği ve uzaklığı, yüzey işaretlerinin yerleştirilmesi, hastanın ayakta veya oturur konumu ve fotoğrafın çekildiği an gibi etkenlerden etkilenebilir. Ayrıca cilt yüzeyindeki işaretler servikal vertebraların gerçek kemiksel konumunu dolaylı olarak temsil eder. Bu nedenle fotogrametri radyografik değerlendirmeyle eş değer kabul edilmemeli; radyasyon içermeyen klinik tarama ve seri takip yöntemi olarak kullanılmalıdır (Pivotto et al., 2021).

Üç Boyutlu Yüzey ve Sensör Tabanlı Yöntemler

Rasterstereografi ve diğer yüzey topografisi yöntemlerinde, gövde üzerine yansıtılan ışık desenlerindeki değişikliklerden yararlanılarak omurga ve gövdenin üç boyutlu yönelimi tahmin edilir. Radyasyon içermemeleri nedeniyle tekrarlı değerlendirmelerde avantaj sağlayabilseler de yüzey morfolojisini ölçtükleri için vertebraların radyografik konumunu doğrudan

göstermezler. Sistematik değerlendirmelerde rasterstereografinin bazı omurga parametrelerinde yararlı olabileceği, ancak radyografik yöntemlerin bütün endikasyonlarının yerini alamayacağı belirtilmiştir (Mohokum et al., 2015).

Ataletsel ölçüm birimleri ve diğer giyilebilir sensörler baş ve boyun hareketlerinin üç düzlemde, dinamik olarak ve radyasyon kullanılmadan kaydedilmesine olanak sağlamaktadır. Sağlıklı bireylerde yapılan doğrulama çalışmalarında sensör tabanlı servikal hareket ölçümlerinin genel olarak yüksek güvenilirlik gösterdiği, ancak sonuçların sensörün yerleştirildiği bölgeye göre değişebildiği bildirilmiştir. Bu sistemler dinamik fonksiyon ve günlük yaşam postürünün değerlendirilmesi açısından umut verici olmakla birlikte, ortodontik hastalarda kraniyoservikal postürün tanısal değerlendirilmesine yönelik klinik eşik değerleri henüz belirlenmemiştir (Hani et al., 2023; Palmieri et al., 2023).

Sonuç olarak kraniyoservikal postürün değerlendirilmesinde tek bir üstün yöntem bulunmamaktadır. Lateral sefalometri kraniyofasiyal ve üst servikal kemiksel yapıların birlikte incelenmesini sağlarken, fotogrametri ve yüzey tabanlı yöntemler radyasyon içermeyen seri ölçümlere; giyilebilir sensörler ise dinamik değerlendirmeye olanak tanır. Elde edilen sonuçların güvenilirliği için hasta pozisyonunun, görsel hedefin, mandibular konumun ve kullanılan referansların standartlaştırılması; küçük sayısal farklılıkların ölçüm hatası ve klinik anlamlılık sınırları dikkate alınarak yorumlanması gerekir (Cassi et al., 2016; Pivotto et al., 2021).

Dentofasiyal Morfoloji ile Kraniyoservikal Postür Arasındaki İlişkiler

Kraniyoservikal postür ile dentofasiyal morfoloji arasında çeşitli ilişkiler bildirilmiş olmakla birlikte, mevcut kanıtlar bu ilişkinin yönünü ve klinik önemini kesin olarak ortaya

koymamaktadır. Gomes ve arkadaşlarının sistematik derlemesine dâhil edilen çalışmaların çoğu kesitsel nitelikte olup yöntemsel kaliteleri zayıf ile orta arasında değişmiş; saptanan korelasyonların genellikle düşük veya orta düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle postüral özelliklerin kraniyofasiyal büyümeyi belirlediği veya dentofasiyal morfolojinin doğrudan postür bozukluğuna yol açtığı yönündeki yorumlar sınırlı kanıta dayanmaktadır (Gomes et al., 2014).

Sagital İskeletsel İlişkiler

Sagital iskeletsel sınıfları karşılaştıran araştırmalarda genel eğilim, iskeletsel Sınıf II bireylerde başın servikal omurga üzerinde daha ekstansiyonda, Sınıf III bireylerde ise görece daha fleksiyonda bulunmasıdır. Sandoval ve arkadaşları erişkin Sınıf II bireylerde Sınıf III bireylere göre daha fazla baş ekstansiyonu ve mandibular ramusun kraniyuma göre daha posterior rotasyonunu bildirmiştir. Çocuklarda yapılan çalışmalarda da Sınıf II gruplarında daha geniş kraniyoservikal açılar, Sınıf III gruplarında ise daha düşük servikal lordoz ve farklı servikal eğim özellikleri saptanmıştır (D'Attilio et al., 2005; Sandoval et al., 2021).

Peng ve arkadaşlarının farklı büyüme dönemlerindeki 150 bireyi değerlendirdiği çalışmada, kraniyoservikal açıların çoğu pubertal büyüme atağı sırasında ve sonrasında Sınıf II grubunda en yüksek, Sınıf III grubunda ise en düşük bulunmuştur. Bununla birlikte korelasyonların çoğu düşük veya orta düzeyde kalmış ve büyüme öncesi dönemde gruplar arasındaki farklılıklar daha sınırlı olmuştur. Bulgular, dentofasiyal morfoloji ile postür arasındaki ilişkinin büyüme dönemine göre değişebileceğini düşündürmekle birlikte çalışmanın kesitsel tasarımı neden-sonuç ilişkisi kurulmasına izin vermemektedir (Peng et al., 2024).

Vertikal Büyüme Modeli

Vertikal yüz boyutlarının artışı ve iskeletsel açık kapanış ile baş ekstansiyonu arasında da ilişkiler bildirilmiştir. İskeletsel ve dentoalveoler açık kapanışlı bireyleri karşılaştıran bir çalışmada, iskeletsel açık kapanış grubunda başın daha ekstansiyonda olduğu; artmış kraniyoservikal açıların geniş kraniyal taban açısı, artmış vertikal yüz boyutları ve çenelerin retrognatik konumuyla ilişkili bulunduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte servikal vertebra anomalilerinin iki açık kapanış grubu arasında farklılık göstermemesi, kraniyoservikal postür ile servikal vertebra morfolojisinin her zaman birbiriyle paralel değişmediğini göstermektedir (Kim et al., 2014).

Vertikal yüz gelişimi ile servikal omurganın büyümesi arasında koordinasyon bulunabileceğini gösteren çalışmalar da vardır. Servikal vertebraların vertikal gelişimi, atlas morfolojisi ve yüz yüksekliği ölçümleri arasında düşük düzeyli ilişkiler bildirilmiş; bu durum yüz ve servikal bölgenin ortak büyüme ve matürasyon süreçlerinden etkilenebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Ancak 2026 yılında yayımlanan ve güncel verileri geçmiş dönem örneklemleriyle karşılaştıran bir çalışmada, vertikal yüz modeli ile kraniyoservikal postür ve servikal kurvatür arasındaki ilişkilerin güncel örneklemde önceki kohortlara göre daha zayıf bulunduğu bildirilmiştir. Bu sonuç, postür ile morfoloji arasındaki ilişkinin yaşam alışkanlıkları, örneklem özellikleri ve kayıt koşullarına göre değişebileceğini düşündürmektedir (Chang et al., 2026; Karlsen, 2004; Sandikcioglu et al., 1994).

Olası Biyomekanik Açıklamalar

Postür ve yüz morfolojisi arasındaki ilişkiler, yalnızca kemiksel konumların birlikte değişmesi üzerinden değerlendirilmemelidir. Başın gövdeye göre önde konumlanması, orta ve alt servikal bölgede fleksiyona, üst servikal bölgede ise

kompanzatuvar ekstansiyona neden olabilir. Bu durum servikal kas ve tendonların uzunluğunu ve baş-boyun bölgesindeki mekanik yük dağılımını değiştirebilir. Mandibula, hyoid kemik ve servikotorasik bölge arasındaki kas ve bağ dokusu bağlantıları nedeniyle bu yük dağılımının suprahyoid, infrahyoid ve çiğneme kaslarının gerilim koşullarını da etkileyebileceği düşünülebilir. Bununla birlikte bu miyofasyal bağlantılar, belirli bir postürün belirli bir maloklüzyonu oluşturduğunu kanıtlamaz; daha çok gözlenen ilişkileri açıklayabilecek olası bir adaptasyon mekanizması sunar (Gomes et al., 2014; Khayatzadeh et al., 2017).

Transversal maloklüzyonlar ve dentofasiyal asimetriler ile genel vücut postürü arasındaki ilişkiye yönelik bulgular, sagital ve vertikal ilişkilerle ilgili bulgulardan daha değişkendir. Çocuklarda maloklüzyon ile baş-boyun postürü, gövde hizalanması, ayak basıncı ve yürüme parametreleri arasındaki ilişkileri değerlendiren 2024 tarihli sistematik derlemede bazı anlamlı ilişkiler saptanmış olsa da incelenen 24 çalışmanın tamamı gözlemsel ve büyük ölçüde kesitsel niteliktedir. Kullanılan maloklüzyon sınıflamaları ve postür ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar, belirli bir oklüzal anomalinin bütün vücut postürü üzerindeki etkisine ilişkin genelleme yapılmasını engellemektedir (Różańska-Perlińska et al., 2024).

Sonuç olarak iskeletsel Sınıf II, Sınıf III ve vertikal yüz modellerinde bazı karakteristik kraniyoservikal eğilimler tanımlanabilse de bu bulgular bireysel düzeyde tanısal değildir. Kraniyoservikal postür; büyüme dönemi, solunum, görsel yönelim, kas aktivitesi, günlük alışkanlıklar ve kayıt protokolü gibi çok sayıda değişkenden etkilenmektedir. Bu nedenle postür ölçümleri ortodontik tanıya yardımcı veriler olarak değerlendirilmeli; maloklüzyonun nedeni, prognoz göstergesi veya tedavi endikasyonu olarak tek başına kullanılmamalıdır (Gomes et al., 2014; Peng et al., 2024; Różańska-Perlińska et al., 2024).

Solunum, Oral Fonksiyonlar ve Postür

Solunum biçimi, dil ve mandibulanın istirahat konumu, hyoid kompleks ve kraniyoservikal postür birbiriyle ilişkili işlevsel değişkenlerdir. Nazal hava yolu direnci arttığında ağız açıklığının sürdürülmesi, mandibula ve dilin daha aşağıda konumlanması ve başın servikal omurgaya göre yeniden yönlenmesi gibi adaptasyonlar ortaya çıkabilir. Bununla birlikte bu değişkenler büyüme yönü, adenotonsiller dokular, kraniyofasiyal anatomi ve nöromüsküler özelliklerden de etkilendiğinden solunum ile postür arasındaki ilişki tek yönlü bir neden-sonuç zinciri olarak yorumlanmamalıdır (Neiva et al., 2018; Zhao et al., 2021).

Ağız Solunumu ve Kraniyoservikal Postür

Ağız solunumu bulunan çocuklarda başın daha önde veya servikal omurgaya göre daha ekstansiyonda konumlandığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Cuccia ve arkadaşları, ağız solunumu bulunan çocuklarda nazal solunum yapan gruba kıyasla kraniyoservikal açıların daha geniş, hyoid kemiğin daha aşağıda ve vertikal yüz boyutlarının daha fazla olduğunu bildirmiştir. Ancak aynı çalışmada hava yolu obstrüksiyonunun derecesine göre oluşturulan alt gruplarda anlamlı postür farkı bulunmaması, gözlenen baş pozisyonunun yalnızca obstrüksiyon miktarıyla açıklanamayacağını göstermektedir (Cuccia et al., 2008).

Ağız solunumu bulunan çocuklardaki postüral değişiklikleri değerlendiren sistematik derlemede, dâhil edilen on çalışmanın altısında başın gövdeye göre daha önde konumlandığı, yine altı çalışmada baş-boyun bölgesi dışındaki vücut segmentlerinde de postüral farklılıklar bulunduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte çalışmaların tamamı düşük yöntemsel kalite göstermiş; solunum tanısının, postür değerlendirmesinin ve karıştırıcı değişkenlerin kontrolünün yetersiz olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle mevcut kanıtlar ağız solunumu ile postüral sapmalar arasında olası bir

ilişkiyi desteklese de ilişkinin yönü ve büyüklüğü hakkında kesin sonuç vermemektedir (Neiva et al., 2018).

Ağız solunumu ile kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişki, postür değerlendirilirken dikkate alınmalıdır. Zhao ve arkadaşlarının meta-analizinde, ağız solunumu bulunan çocuklarda maksilla ve mandibulanın daha aşağı ve geride konumlandığı, mandibular düzlem açılarının arttığı ve faringeal hava yolunun daha dar olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, çalışmaların çoğu gözlemsel olduğundan ağız solunumu ile bu kraniyofasiyal özellikler arasında neden-sonuç ilişkisi kurulamamaktadır (Zhao et al., 2021).

Üst Hava Yolu ve Baş Ekstansiyonu

Başın ekstansiyonu, faringeal yumuşak dokular ile servikal yapıların uzaysal ilişkisini değiştirerek görüntü üzerinde ölçülen hava yolu boyutlarını artırabilir. Hellsing, doğal baş pozisyonundan 20 derecelik ekstansiyona geçildiğinde servikal lordozun ve kraniyoservikal eğimin arttığını, hyoid konumunun değiştiğini ve faringeal hava yolu genişliğinin büyüdüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde Muto ve arkadaşları, aynı bireylerde farklı baş pozisyonlarında elde edilen sefalogramlarda baş ekstansiyonuyla dil kökü arkasındaki hava yolu mesafesinin arttığını göstermiştir (Hellsing, 1989; Muto et al., 2002).

Bu bulgular, hava yolu direnci bulunan bireylerde baş ekstansiyonunun hava yolu açıklığını korumaya yönelik kompanzatuvar bir davranış olabileceği görüşünü desteklemektedir. Bununla birlikte, baş pozisyonundaki bu değişikliklerin görüntüleme bulgularının yorumlanmasını etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Başın ekstansiyonda kaydedilmesi hava yolunu gerçekte olduğundan daha geniş gösterebilir; fleksiyon ise tersi yönde etki oluşturabilir. Üç boyutlu hava yolu araştırmalarını değerlendiren sistematik derlemede baş ve dil pozisyonunun

yeterince standardize edilmediği, mevcut çalışmaların sayısının az ve kanıt düzeyinin düşük olduğu bildirilmiştir (Gurani et al., 2016).

Çocukluk çağı obstrüktif uyku apnesinde de hyoid konumu ve üst hava yolu morfolojisi arasında farklılıklar bildirilmiştir. Güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde obstrüktif uyku apnesi bulunan çocuklarda hyoid kemiğin mandibular düzleme ve servikal vertebralara göre daha inferior ve anterior konumlanma eğiliminde olduğu, yumuşak damak arkasındaki hava yolunun ise daha dar bulunduğu belirtilmiştir. Ancak çalışmaların kesitsel olması ve sonuçların birbiriyle tam olarak örtüşmemesi, hyoid konumundaki farklılıkların hastalığın gelişiminde rol oynayan bir özellik mi yoksa solunum güçlüğüne bağlı bir adaptasyon mu olduğunu belirlemeyi güçleştirmektedir (Li et al., 2026).

Dil İstirahat Pozisyonu, Hyoid Kemik ve Yutkunma

Dil, mandibula ve hyoid kemik arasında kas ve bağ dokusu aracılığıyla işlevsel bir bağlantı bulunmaktadır. Dilin istirahat konumu; dental arklarla olan temasını, suprahyoid kasların uzunluk ve gerilim koşullarını, hyoid kemiğin konumunu ve orofaringeal boşluğun biçimini etkileyebilir. Bununla birlikte dil postürü statik bir özellik değildir; solunum biçimi, mandibular konum, dudak kapanışı ve baş-boyun yönelimine göre değişebilir. Üç boyutlu ultrasonografi kullanılan bir çalışmada düşük dil istirahat pozisyonu anterior açık kapanış ve artikülasyon bozukluklarıyla ilişkili bulunmuş, ancak kesitsel tasarım nedeniyle ilişkinin yönü belirlenememiştir (Kravanja et al., 2018).

Baş-boyun postürü yutkunma sırasında hyoid hareketinin doğrultusunu ve zamanlamasını değiştirebilir. Güncel sistematik derlemede kraniyoservikal fleksiyonun bazı hasta gruplarında laringeal vestibül kapanmasını kolaylaştırabildiği, ekstansiyonun ise hyoid elevasyonunu geciktirerek faringeal rezidü ve aspirasyon riskini artırabildiği bildirilmiştir. Ancak bu çalışmaların büyük

bölümü disfajili erişkinlerde yürütüldüğünden sonuçların sağlıklı çocuklara veya rutin ortodontik hastalara doğrudan aktarılması uygun değildir (Ambiado-Lillo, 2025).

Dil, hyoid kompleks ve servikal bölge arasındaki ilişki yalnızca kas aktivitesi üzerinden değil, bu yapıları çevreleyen bağ dokusu ve fasyal bağlantılar üzerinden de değerlendirilebilir. Baş veya mandibula konumundaki değişiklikler suprahyoid ve infrahyoid dokuların gerilim dağılımını etkileyerek geçici fonksiyonel adaptasyonlar oluşturabilir. Bununla birlikte kraniyomandibular bölgedeki miyofasyal kuvvet iletiminin büyüklüğü doğrudan ölçülmediğinden, bu mekanizma solunum ve postür arasındaki ilişkileri açıklayan olası bir biyomekanik çerçeve olarak görülmeli, klinik nedensellik kanıtı olarak kullanılmamalıdır (Krause et al., 2016; Winnberg et al., 1988).

Klinik Değerlendirme

Solunum ve oral fonksiyonların postürle ilişkisi değerlendirilirken ağız açıklığı, dudak kapanışı, dil istirahat pozisyonu, hyoid kemiğin radyografik konumu veya baş ekstansiyonu tek başına tanısal kabul edilmemelidir. Nazal obstrüksiyon şüphesinde kulak burun boğaz değerlendirmesi; yutkunma, konuşma ve dil işlevindeki belirgin bozukluklarda ise dil ve konuşma terapisi değerlendirmesi gerekebilir. Ortodontik kayıtlar olası adaptasyonları belirlemeye yardımcı olsa da hava yolu hastalığının tanısını koymak veya solunum fonksiyonunu doğrudan ölçmek için yeterli değildir (Gurani et al., 2016; Li et al., 2026; Neiva et al., 2018).

Sonuç olarak solunum biçimi, dil–hyoid kompleks ve kraniyoservikal postür arasında anatomik ve nöromüsküler olarak açıklanabilir ilişkiler bulunmaktadır. Ancak mevcut kanıtların büyük bölümü kesitsel ve yöntemsel olarak heterojen olduğundan ağız solunumunun veya düşük dil postürünün belirli bir maloklüzyonu ya

da kalıcı postür bozukluğunu doğrudan oluşturduğu söylenemez. Klinik bulgular büyüme modeli, hava yolu patolojileri, kas-iskelet sistemi özellikleri ve günlük davranışlarla birlikte değerlendirilmelidir (Neiva et al., 2018; Zhao et al., 2021).

Ortodontik Tedavinin Kraniyoservikal Postür Üzerindeki Etkileri

Ortodontik tedavinin mandibular konumu, oklüzal ilişkileri, hyoid kompleksi, üst hava yolunu ve ilişkili kas-fasya yapılarını etkileyerek kraniyoservikal postürde değişiklik oluşturabileceği öne sürülmektedir. Bununla birlikte baş-boyun postürü büyüme, görsel ve vestibüler girdiler, solunum biçimi, günlük alışkanlıklar ve kas-iskelet sistemi özelliklerinden de etkilenmektedir. Bu nedenle tedavi öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki farklılıkların doğrudan ortodontik müdahaleye bağlanabilmesi için büyümenin izlendiği kontrol gruplarına, standartlaştırılmış kayıt protokollerine ve yeterli takip sürelerine ihtiyaç vardır (Kui et al., 2024; Murali et al., 2024).

Fonksiyonel Apareyler ve Mandibular İlerletme

Fonksiyonel apareyler mandibulayı anterior yönde konumlandırarak çiğneme kasları, temporomandibular eklem, suprahyoid yapılar ve servikal kas-fasya sistemi üzerindeki mekanik koşulları değiştirebilir. Fonksiyonel aparey tedavisinin servikal postür üzerindeki etkilerini değerlendiren sistematik derleme ve meta-analizde 12 çalışma incelenmiş; tedavi sonrasında servikal omurgada sınırlı bir dikleşme eğilimi ve bazı kraniyoservikal açılarda küçük değişiklikler bildirilmiştir. Ancak çalışmaların yarısının yüksek yanlılık riski taşıması ve GRADE değerlendirmesinde kanıt kalitesinin düşük bulunması, bu değişikliklerin klinik olarak öngörülebilir bir tedavi etkisi şeklinde yorumlanmasını sınırlandırmaktadır (Murali et al., 2024).

Sabit fonksiyonel apareylerle yürütülen çalışmalar daha belirgin postüral değişiklikler bildirebilmektedir. Forsus apareyiyle

tedavi edilen 35 iskeletsel Sınıf II hastanın retrospektif olarak değerlendirildiği çalışmada üst ve orta kraniyoservikal açılarda değişim ve daha dik bir baş-boyun yönelimi saptanmıştır. Bununla birlikte kontrol grubunun bulunmaması, değerlendirmenin iki boyutlu sefalometrik kayıtlara dayanması ve tedavinin büyüme döneminde uygulanması, gözlenen değişikliğin aparey tedavisinden mi, doğal büyümeden mi yoksa başlangıçtaki Sınıf II morfolojisinin büyümeyle değişmesinden mi kaynaklandığını belirlemeyi güçleştirmektedir (Rajamanickam et al., 2024).

Fonksiyonel tedavi sonrasında lokal kraniyoservikal açılarda değişiklik görülmesi, genel vücut postürü veya postüral kontrolün de düzeleceği anlamına gelmemektedir. Balters bionatörüyle tedavi edilen 39 çocuk ve ergende dental ve iskeletsel ilişkilerde düzelme sağlanmasına karşın üç boyutlu üst gövde postürü, yük dağılımı ve postüral salınım ölçümlerinde belirgin klinik değişiklik saptanmamıştır. Bu bulgular, mandibular ilerletmenin lokal kas ve bağ dokusu gerilimlerini etkileyebilmesine rağmen bütün vücut dengesinin görsel, vestibüler ve somatosensoriyel girdilerle düzenlenen daha karmaşık bir sistem olduğunu göstermektedir (Sommer et al., 2026).

Sabit Ortodontik Tedavi ve Şeffaf Plaklar

Dişlerin dizilimini ve oklüzal temasları değiştiren sabit ortodontik tedavinin kraniyoservikal postür üzerindeki doğrudan etkisine ilişkin kanıtlar sınırlıdır. Güncel literatür değerlendirmelerinde sabit tedaviyi inceleyen az sayıdaki çalışmanın farklı maloklüzyon grupları, tedavi mekanikleri ve postür ölçüm yöntemleri kullandığı; sonuçların ise birbiriyle tam olarak uyumlu olmadığı görülmektedir. Özellikle belirgin bir ortopedik veya cerrahi çene hareketi içermeyen sabit tedavilerde, küçük sefalometrik değişikliklerin oklüzal düzeltmeye mi, büyümeye mi yoksa doğal

baş pozisyonunun değişkenliğine mi bağlı olduğu ayırt edilememektedir (Kui et al., 2024).

Tek taraflı fonksiyonel posterior çapraz kapanışın ortodontik olarak düzeltilmesini değerlendiren güncel prospektif kontrollü çalışmada, 8–11 yaş arasındaki çocukların baş postürü ataletsel ölçüm birimiyle pitch, roll ve yaw eksenlerinde sürekli olarak kaydedilmiştir. Çapraz kapanışlı grup ile kontrol grubu arasında başlangıçta fark bulunmadığı gibi, genişletme ve fonksiyonel kaymanın düzeltilmesinden 2,5 yıl sonra da anlamlı bir postür değişikliği saptanmamıştır. Görsel girdilerin yaw yönelimi üzerinde etkili bulunması, baş pozisyonunun yalnızca oklüzal ilişkiyle açıklanamayacağını da göstermektedir (Al-Yassary et al., 2026).

Şeffaf plak tedavisinin kraniyoservikal postür üzerindeki etkisini doğrudan inceleyen yeterli kontrollü klinik çalışma bulunmamaktadır. Plakların dişlerin oklüzal yüzeylerini örtmesi, vertikal boyutu ve çiğneme kası aktivitesini geçici olarak değiştirebilse de bu biyomekanik özelliklerden kalıcı bir baş-boyun postürü değişimi çıkarılamaz. Şeffaf plaklarla yürütülen hava yolu veya dil konumu araştırmaları da baş pozisyonunun standardizasyonundan etkilenmekte ve postürü bağımsız bir klinik sonuç olarak değerlendirmemektedir. Bu nedenle şeffaf plakların sabit apareylere göre postüral avantaj sağladığı yönünde mevcut bir kanıt bulunmamaktadır (Fountoulaki & Thurzo, 2022; Kui et al., 2024).

Maksiller Genişletme

Maksiller genişletmenin kraniyoservikal postür üzerindeki olası etkisi, nazal kavite boyutlarının artması ve üst hava yolu direncinin azalması sonucunda kompanzatuvar baş ekstansiyonunun sınırlanabileceği varsayımıyla açıklanmaktadır. Büyüme dönemindeki hastaları değerlendiren sistematik derlemede, hızlı maksiller genişletme sonrasında kraniyoservikal açının azaldığına

ilişkin kanıtın kesinlik düzeyi düşük; baş yüksekliğinin azaldığına, servikal lordozun arttığına ve servikal omurga eğiminin değiştiğine ilişkin kanıtların kesinlik düzeyi ise çok düşük bulunmuştur. Derlemeye yalnızca altı çalışmanın dâhil edilmesi, bu çalışmaların yüksek veya belirsiz yanlılık riski taşıması ve ölçüm yöntemlerinin heterojenliği, sonuçların kesinliğini önemli ölçüde azaltmaktadır (Carbajal-Rodriguez et al., 2022).

Daha güncel ve kontrollü veriler, maksiller genişletme sonrasında postür değişiminin zorunlu olmadığını göstermektedir. Tek taraflı fonksiyonel posterior çapraz kapanışlı çocuklarda genişletme sonrasında baş postürünün üç düzlemde değerlendirildiği prospektif çalışmada tedavi ve kontrol grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu bulgu, dental ve transversal düzeltmenin başarılı olmasının baş postüründe klinik olarak ölçülebilir bir değişiklik oluşturması gerekmediğini ve önceki sefalometrik çalışmalarda bildirilen küçük farklılıkların yöntemsel değişkenlerden etkilenebileceğini düşündürmektedir (Al-Yassary et al., 2026).

Ortognatik Cerrahi

Ortognatik cerrahi, maksilla ve mandibulanın uzaysal konumunda daha büyük değişiklikler oluşturduğu için kraniyoservikal adaptasyonların incelendiği önemli bir tedavi grubudur. Phillips ve arkadaşları tarafından beş farklı cerrahi prosedürden birinin uygulandığı ve 201 hastanın değerlendirildiği çalışmada ameliyattan hemen sonra çoğu grupta baş fleksiyonu görülmüş, ancak tek çene cerrahisi uygulanan hastalarda bir yılın sonunda baş postürü büyük ölçüde başlangıç değerlerine dönmüştür. Kalıcı değişiklikler daha çok maksiller impaksiyonun mandibular ilerletme veya geriletmeyle birleştirildiği gruplarda gözlenmiş; servikal postürde ise belirgin uzun dönem değişiklik saptanmamıştır (Phillips et al., 1991).

Cerrahi hareketin yönüne göre farklı adaptasyonlar bildirilmektedir. Tek çene mandibular cerrahisi uygulanan 31 hastanın altı ay süreyle takip edildiği prospektif kohort çalışmasında, Sınıf II hastalarda önde konumlanan baş postürü eğilimi azalırken Sınıf III hastalarda hafif bir artış gözlenmiştir. Buna karşılık Sınıf III hastalarda farklı cerrahi prosedürleri değerlendiren çalışmalarda hyoid konumu veya kraniyoservikal açılarda anlamlı değişiklik bulunmadığı; bimaksiller cerrahi sonrasında erken dönemde meydana gelen hyoid değişikliklerinin uzun dönemli takipte başlangıç konumuna yaklaşabildiği bildirilmiştir (Akhlaghi et al., 2025; Aydemir et al., 2012).

Ortognatik cerrahi sonrasında saptanan postüral değişiklikler cerrahinin yönü ve miktarının yanı sıra erken dönem ağrı, ödem, yeni oklüzal temaslar, hava yolu değişimleri ve nöromüsküler adaptasyondan etkilenebilir. Bu nedenle ameliyattan hemen sonra kaydedilen farklılıklar kalıcı postüral yeniden yapılanma olarak değerlendirilmemelidir. Uzun dönem çalışmaların bir bölümünde kraniyoservikal açıların değişmemesi veya başlangıç değerlerine dönmesi, stomatognatik sistemdeki büyük morfolojik değişikliklerin dahi postür sistemi tarafından zaman içinde kompanse edilebildiğini düşündürmektedir (Aydemir et al., 2012; Phillips et al., 1991).

Büyüme Etkisi ile Tedavi Etkisinin Ayrılması

Büyüme döneminde yürütülen çalışmalarda servikal vertebralar, yüz iskeleti, kas kuvveti, vücut boyu ve doğal baş pozisyonu tedaviden bağımsız olarak değişebilir. Kontrol grubu bulunmayan retrospektif araştırmalarda başlangıç ve bitiş arasındaki farkın aparey etkisi olarak kabul edilmesi bu nedenle yanıltıcıdır. Son dönem kontrollü çalışmaların fonksiyonel çapraz kapanışın düzeltilmesinden veya fonksiyonel aparey kullanımından sonra belirgin genel postür değişikliği göstermemesi, önceki kontrolsüz çalışmalarda bildirilen etkilerin en azından bir bölümünün büyüme

ve ölçüm yöntemleriyle ilişkili olabileceğini göstermektedir (Al-Yassary et al., 2026; Sommer et al., 2026).

Tedavi etkisinin daha güvenilir biçimde belirlenebilmesi için benzer yaş ve iskeletsel olgunluk düzeyindeki kontrol grupları, tekrarlanan doğal baş pozisyonu kayıtları ve yalnızca tek bir statik sefalogram yerine dinamik üç boyutlu ölçümler kullanılmalıdır. Görsel girdi, solunum biçimi, ekran kullanımı, kas-iskelet sistemi yakınmaları ve fiziksel aktivite gibi ölçüm sonuçlarını etkileyebilecek diğer değişkenler de kaydedilmelidir. Ayrıca birkaç derecelik istatistiksel değişimin hastanın ağrı, fonksiyon veya postüral kontrolünde klinik bir karşılığı bulunup bulunmadığı değerlendirilmelidir (Al-Yassary et al., 2026; Murali et al., 2024).

Sonuç

Kraniyoservikal postür ile dentofasiyal morfoloji arasında anatomik, nöromüsküler ve miyofasyal bağlantılarla açıklanabilecek ilişkiler bulunmaktadır. İskeletsel sınıflar, vertikal büyüme modelleri, solunum biçimi, mandibular konum ve hyoid kompleksiyle bazı postüral ölçümler arasında ilişkiler bildirilmiş olsa da bulgular çalışmalar arasında tutarlı değildir. Araştırmaların büyük bölümünün kesitsel olması, farklı referans düzlemleri ve ölçüm yöntemleri kullanılması ve büyüme, yaş, solunum ve günlük alışkanlıklar gibi değişkenlerin yeterince kontrol edilmemesi, ilişkinin yönü ve klinik önemi hakkında kesin sonuçlara ulaşılmasını engellemektedir (Gomes et al., 2014; Peng et al., 2022, 2024).

Lateral sefalometri kraniyofasiyal yapılarla üst servikal bölgenin birlikte değerlendirilmesine olanak sağlarken, fotogrametri, rasterstereografi, basınç platformları ve giyilebilir sensörler radyasyon içermeyen statik veya dinamik ölçümler sunmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemler farklı anatomik özellikleri değerlendirdiğinden birbirinin doğrudan alternatifi değildir. Başlangıç ve takip kayıtlarında doğal baş pozisyonunun,

gövde yöneliminin, mandibular konumun ve görsel referansın standartlaştırılması; birkaç derecelik farklılıkların ölçüm hatası ve bireysel postür değişkenliği dikkate alınarak yorumlanması gerekir (Cassi et al., 2016; Weber et al., 2013).

Fonksiyonel apareyler, maksiller genişletme ve ortognatik cerrahi sonrasında bazı kraniyoservikal ölçümlerde değişiklikler bildirilmiş olmakla birlikte bu etkiler çoğunlukla küçük, değişken ve yöntem bağımlıdır. Kontrol grubu bulunmayan büyüme dönemi çalışmalarında doğal gelişim ile tedavi etkisinin ayrılması güçtür; sabit ortodontik tedavi ve şeffaf plaklar için ise doğrudan kanıt daha sınırlıdır (Carbajal-Rodriguez et al., 2022; Kui et al., 2024; Murali et al., 2024).

Ortodontik açıdan kraniyoservikal postür değerlendirmesi kayıtların standardizasyonuna, belirgin asimetri ve fonksiyonel yakınmaların fark edilmesine ve gerekli hastalarda uygun yönlendirmelerin yapılmasına katkı sağlar. Sürekli boyun ağrısı, hareket kısıtlılığı, yapısal deformite, ağız solunumu veya uyku ile ilişkili solunum bulguları bulunan hastalarda fizyoterapi, fiziksel tıp ve rehabilitasyon, ortopedi, kulak burun boğaz ve pediatriyle iş birliği düşünülmelidir. Gelecekte standartlaştırılmış longitudinal çalışmaların, statik açısal ölçümleri günlük yaşam postürü, ağrı, fonksiyon ve yaşam kalitesi gibi klinik sonuçlarla birlikte değerlendirmesi, dentofasiyal morfoloji ile kraniyoservikal postür arasındaki ilişkinin klinik öneminin daha güvenilir biçimde belirlenmesini sağlayacaktır (Kui et al., 2024; Lemeunier et al., 2018; Różańska-Perlińska et al., 2024).

Kaynakça

Akhlaghi, F., Torabi, Z. S., & Tabrizi, R. (2025). Changes in lateral standing posture following orthognathic surgery: A cohort study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 54*(1), 51–56. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2024.06.011

Al-Yassary, M., Billiaert, K., Beltrami, F., Kiliaridis, S., & Antonarakis, G. S. (2026). Head posture before and after the correction of unilateral functional posterior crossbite in growing children: A prospective controlled clinical trial. *European Journal of Orthodontics, 48*(1), Article cjaf096. https://doi.org/10.1093/ejo/cjaf096

Ambiado-Lillo, M. M. (2025). Impact of head and neck posture on swallowing kinematics and muscle activation: A systematic review. *Dysphagia, 40*(5), 1049–1054. https://doi.org/10.1007/s00455-025-10821-7

Aydemir, H., Memikoğlu, U., & Karasu, H. (2012). Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *The Angle Orthodontist, 82*(6), 993–1000. https://doi.org/10.2319/091911-597.1

Bister, D., Edler, R. J., Tom, B. D. M., & Prevost, A. T. (2002). Natural head posture—considerations of reproducibility. *European Journal of Orthodontics, 24*(5), 457–470. https://doi.org/10.1093/ejo/24.5.457

Carbajal-Rodriguez, G., Langer, M. E., Yaya-Beas, M., Liñán-Durán, C., Lagravère, M., & Gianoni-Capenakas, S. (2022). Effects of rapid maxillary expansion on head and cervical posture in growing patients: A systematic review. *International Orthodontics, 20*(3), Article 100658. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2022.100658

Cassi, D., De Biase, C., Tonni, I., Gandolfini, M., Di Blasio, A., & Piancino, M. G. (2016). Natural position of the head: Review of two-dimensional and three-dimensional methods of recording. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 54*(3), 233–240. https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.01.025

Chang, J., Lee, J.-H., Park, J. H., Lee, S., Yu, H.-S., Lee, K.-J., Chung, C. J., Park, S.-H., & Kim, K.-H. (2026). Vertical facial pattern associations with craniocervical posture and cervical curvature appear attenuated in a contemporary digital-era cohort: A historical control analysis. *Scientific Reports*. Advance online publication. https://doi.org/10.1038/s41598-026-58629-1

Cooke, M. S., & Wei, S. H. Y. (1988). The reproducibility of natural head posture: A methodological study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 93*(4), 280–288. https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90157-6

Cuccia, A. M., Lotti, M., & Caradonna, D. (2008). Oral breathing and head posture. *The Angle Orthodontist, 78*(1), 77–82. https://doi.org/10.2319/011507-18.1

D'Attilio, M., Caputi, S., Epifania, E., Festa, F., & Tecco, S. (2005). Evaluation of cervical posture of children in skeletal Class I, II, and III. *CRANIO, 23*(3), 219–228. https://doi.org/10.1179/crn.2005.031

Fountoulaki, G., & Thurzo, A. (2022). Change in the constricted airway in patients after clear aligner treatment: A retrospective study. *Diagnostics, 12*(9), Article 2201. https://doi.org/10.3390/diagnostics12092201

Gadotti, I. C., Armijo-Olivo, S., Silveira, A., & Magee, D. (2013). Reliability of the craniocervical posture assessment: Visual and angular measurements using photographs and radiographs. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 36*(9), 619–625. https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.09.002

Gomes, L. de C. R., Horta, K. O. C., Gonçalves, J. R., & Santos-Pinto, A. dos. (2014). Systematic review: Craniocervical posture and craniofacial morphology. *European Journal of Orthodontics, 36*(1), 55–66. https://doi.org/10.1093/ejo/cjt004

Gurani, S. F., Di Carlo, G., Cattaneo, P. M., Thorn, J. J., & Pinholt, E. M. (2016). Effect of head and tongue posture on the pharyngeal airway dimensions and morphology in three-dimensional imaging: A systematic review. *Journal of Oral and Maxillofacial Research, 7*(1), Article e1. https://doi.org/10.5037/jomr.2016.7101

Hani, H., Souchereau, R., Kachlan, A., Dufour, J., Aurand, A., Mageswaran, P., Hyer, M., & Marras, W. (2023). Reliability of a wearable motion tracking system for the clinical evaluation of a dynamic cervical spine function. *Sensors, 23*(3), Article 1448. https://doi.org/10.3390/s23031448

Hellsing, E. (1989). Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head. *European Journal of Orthodontics, 11*(4), 359–365. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.ejo.a036007

Karlsen, A. T. (2004). Association between vertical development of the cervical spine and the face in subjects with varying vertical facial patterns. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 125*(5), 597–606. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.05.017

Khayatzadeh, S., Kalmanson, O. A., Schuit, D., Havey, R. M., Voronov, L. I., Ghanayem, A. J., & Patwardhan, A. G. (2017). Cervical spine muscle-tendon unit length differences between neutral and forward head postures: Biomechanical study using human cadaveric specimens. *Physical Therapy, 97*(7), 756–766. https://doi.org/10.1093/ptj/pzx040

Kim, P., Sarauw, M. T., & Sonnesen, L. (2014). Cervical vertebral column morphology and head posture in preorthodontic patients with anterior open bite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 145*(3), 359–366. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.11.017

Krause, F., Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). Intermuscular force transmission along myofascial chains: A systematic review. *Journal of Anatomy, 228*(6), 910–918. https://doi.org/10.1111/joa.12464

Kravanja, S. L., Hocevar-Boltezar, I., Music, M. M., Jarc, A., Verdenik, I., & Ovsenik, M. (2018). Three-dimensional ultrasound evaluation of tongue posture and its impact on articulation disorders in preschool children with anterior open bite. *Radiology and Oncology, 52*(3), 250–256. https://doi.org/10.2478/raon-2018-0032

Kui, A., Bereanu, A., Condor, A.-M., Pop, D., Buduru, S., Labunet, A., Șoicu, S., Buduru, R., & Chisnoiu, A. (2024). Craniocervical posture and malocclusion: A comprehensive literature review of interdisciplinary insights and implications. *Medicina, 60*(12), Article 2106. https://doi.org/10.3390/medicina60122106

Lemeunier, N., Jeoun, E. B., Suri, M., Tuff, T., Shearer, H., Mior, S., Wong, J. J., da Silva-Oolup, S., Torres, P., D'Silva, C., Stern, P., Yu, H., Millan, M., Sutton, D., Murnaghan, K., & Côté, P. (2018). Reliability and validity of clinical tests to assess posture, pain location, and cervical spine mobility in adults with neck pain and its associated disorders: Part 4. A systematic review from the cervical assessment and diagnosis research evaluation (CADRE) collaboration. *Musculoskeletal Science and Practice, 38*, 128–147. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.09.013

Li, Y., Zhao, T., Ngan, P., Yi, S., Wei, Z., Hua, F., & He, H. (2026). Hyoid bone position and upper airway morphology of children with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research, 29*(3), 394–409. https://doi.org/10.1111/ocr.12873

Maas, H. (2019). Significance of epimuscular myofascial force transmission under passive muscle conditions. *Journal of Applied Physiology, 126*(5), 1465–1473. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00631.2018

Mohokum, M., Schülein, S., & Skwara, A. (2015). The validity of rasterstereography: A systematic review. *Orthopedic Reviews, 7*(3), Article 5899. https://doi.org/10.4081/or.2015.5899

Murali, S., Kannan, A., & Kailasam, V. (2024). Cervical spine changes with functional appliance treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research, 14*(4), 446–454. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2024.05.015

Muto, T., Takeda, S., Kanazawa, M., Yamazaki, A., Fujiwara, Y., & Mizoguchi, I. (2002). The effect of head posture on the pharyngeal airway space (PAS). *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 31*(6), 579–583. https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0279

Neiva, P. D., Kirkwood, R. N., Mendes, P. L., Zabjek, K., Becker, H. G., & Mathur, S. (2018). Postural disorders in mouth breathing children: A systematic review. *Brazilian Journal of Physical Therapy, 22*(1), 7–19. https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.011

Palmieri, M., Donno, L., Cimolin, V., & Galli, M. (2023). Cervical range of motion assessment through inertial technology: A validity and reliability study. *Sensors, 23*(13), Article 6013. https://doi.org/10.3390/s23136013

Peng, H., Liu, W., Yang, L., Yan, P., Zhong, W., Gao, X., & Song, J. (2024). Craniocervical posture in patients with skeletal malocclusion and its correlation with craniofacial morphology during different growth periods. *Scientific Reports, 14*(1), Article 5280. https://doi.org/10.1038/s41598-024-55840-w

Peng, H., Liu, W., Yang, L., Zhong, W., Yin, Y., Gao, X., & Song, J. (2022). Does head and cervical posture correlate to malocclusion? A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE, 17*(10), Article e0276156. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276156

Phillips, C., Snow, M. D., Turvey, T. A., & Proffit, W. R. (1991). The effect of orthognathic surgery on head posture. *European Journal of Orthodontics, 13*(5), 397–403. https://doi.org/10.1093/ejo/13.5.397

Pirri, C., Fede, C., Fan, C., Guidolin, D., Macchi, V., De Caro, R., & Stecco, C. (2021). Ultrasound imaging of head/neck muscles and their fasciae: An observational study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences, 2*, Article 743553. https://doi.org/10.3389/fresc.2021.743553

Pivotto, L. R., Navarro, I. J. R. L., & Candotti, C. T. (2021). Radiography and photogrammetry-based methods of assessing cervical spine posture in the sagittal plane: A systematic review with meta-analysis. *Gait & Posture, 84*, 357–367. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.12.033

Rajamanickam, P., Varghese, R. M., & Kishore, S. (2024). Effect of Forsus-assisted mandibular advancement on the adaptation of craniocervical posture—A retrospective study. *Journal of Orthodontic Science, 13*(1), Article 51. https://doi.org/10.4103/jos.jos_121_23

Różańska-Perlińska, D., Potocka-Mitan, M., Rydzik, Ł., Lipińska, P., Perliński, J., Javdaneh, N., & Jaszczur-Nowicki, J. (2024). The correlation between malocclusion and body posture and cervical vertebral, podal system, and gait parameters in children: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine, 13*(12), Article 3463. https://doi.org/10.3390/jcm13123463

Sahin Saglam, A. M., & Uydas, N. E. (2006). Relationship between head posture and hyoid position in adult females and males. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 34*(2), 85–92. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2005.07.012

Sandikcioglu, M., Skov, S., & Solow, B. (1994). Atlas morphology in relation to craniofacial morphology and head posture. *European Journal of Orthodontics, 16*(2), 96–103. https://doi.org/10.1093/ejo/16.2.96

Sandoval, C., Díaz, A., & Manríquez, G. (2021). Relationship between craniocervical posture and skeletal class: A statistical multivariate approach for studying Class II and Class III malocclusions. *CRANIO, 39*(2), 133–140. https://doi.org/10.1080/08869634.2019.1603795

Solow, B., & Sandham, A. (2002). Cranio-cervical posture: A factor in the development and function of the dentofacial structures. *European Journal of Orthodontics, 24*(5), 447–456. https://doi.org/10.1093/ejo/24.5.447

Solow, B., & Tallgren, A. (1976). Head posture and craniofacial morphology. *American Journal of Physical Anthropology, 44*(3), 417–435. https://doi.org/10.1002/ajpa.1330440306

Sommer, C., Holzgreve, F., Groneberg, D. A., Erbe, C., & Ohlendorf, D. (2026). Influence of functional orthodontic therapy on body posture and postural control in children and adolescents with Class II malocclusion. *BMC Oral Health, 26*(1), Article 212. https://doi.org/10.1186/s12903-025-07574-y

Valenzuela, S., Miralles, R., Ravera, M. J., Zúñiga, C., Santander, H., Ferrer, M., & Nakouzi, J. (2005). Does head posture have a significant effect on the hyoid bone position and sternocleidomastoid electromyographic activity in young adults? *CRANIO, 23*(3), 204–211. https://doi.org/10.1179/crn.2005.029

Weber, D. W., Fallis, D. W., & Packer, M. D. (2013). Three-dimensional reproducibility of natural head position. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 143*(5), 738–744. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.11.026

Weigel, S., Dullien, S., Grifka, J., & Jansen, P. (2024). Comparison between rasterstereographic scan and orthopedic examination for posture assessment: An observational study. *Frontiers in Surgery, 11*, Article 1461569. https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1461569

Wilke, J., Schleip, R., Yucesoy, C. A., & Banzer, W. (2018). Not merely a protective packing organ? A review of fascia and its force transmission capacity. *Journal of Applied Physiology, 124*(1), 234–244. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00565.2017

Winnberg, A., Pancherz, H., & Westesson, P.-L. (1988). Head posture and hyo-mandibular function in man. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 94*(5), 393–404. https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90128-X

Ye, J., Jin, L., Cheng, R., Lv, X., Yao, Y., Xu, L., Cai, B., Fang, Z., & Tsai, T.-Y. (2025). Changes in the craniofacial morphology and hyoid bone position in the neutral and forward head posture in healthy individuals: A cross-sectional study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 38*(3), 533–543. https://doi.org/10.1177/10538127241304378

Zhao, Z., Zheng, L., Huang, X., Li, C., Liu, J., & Hu, Y. (2021). Effects of mouth breathing on facial skeletal development in children: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health, 21*(1), Article 108. https://doi.org/10.1186/s12903-021-01458-7

BÖLÜM 4

MAKSİLLER TRANSVERSAL YETERSİZLİKTE GÜNCEL VE BİREYSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Sevgi KAPTIKAÇTI AKAR[1]
Burçin AKAN[2]

Giriş

Maksiller transversal yetersizlikler oklüzal fonksiyonu, dentofasiyal estetiği ve tedavi sonuçlarının uzun dönem stabilitesini etkileyebilen önemli ortodontik problemlerdir. Klinik bulguların çeşitlilik göstermesi ve dentoalveoler kompanzasyonların altta yatan iskeletsel yetersizliği maskeleyebilmesi, doğru tanısal ayrımın ve uygun tedavi yaklaşımının belirlenmesini güçleştirebilir (Sawchuk et al., 2016).

Tedavi seçimi yetersizliğin iskeletsel ve dentoalveoler bileşenleri, şiddeti, hastanın büyüme ve matürasyon düzeyi, palatal anatomi, periodontal sınırlar ve gerekli genişletme miktarı dikkate alınarak yapılmalıdır. Günümüzde konvansiyonel genişleticilerden iskeletsel ankrajlı ve cerrahi destekli yöntemlere uzanan farklı

[1] Dr. Dt., Serbest Diş Hekimi, Ortodonti, Türkiye. ORCID: 0000-0003-0000-9569
[2] Doç. Dr., İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Türkiye. ORCID: 0000-0001-7487-3769

seçenekler bulunmakta; uygun yaklaşımın yalnızca kronolojik yaşa göre değil, hastanın biyolojik ve anatomik özellikleri doğrultusunda bireyselleştirilmesi gerekmektedir (Haas Jr. et al., 2024; Kapetanović et al., 2021; Walter et al., 2024).

Bu bölümde maksiller transversal yetersizliğin güncel tanısal değerlendirmesi ve konvansiyonel, iskeletsel ankrajlı ve cerrahi destekli genişletme yöntemleri incelenmiş; farklı klinik durumlara yönelik bireyselleştirilmiş bir tedavi seçim çerçevesinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu kapsamda güncel uluslararası literatür incelenmiş, kaynak seçiminde sistematik derlemeler, meta-analizler, klinik çalışmalar ve alana yön veren temel araştırmalara öncelik verilmiştir.

Maksiller Transversal Yetersizliğin Tanımı ve Etiyolojisi

Maksiller transversal yetersizlik, maksiller bazal kemiğin ve dentoalveoler ark genişliğinin mandibular ark genişliğine göre yetersiz kalması sonucu ortaya çıkan transversal uyumsuzluktur. İskeletsel, dentoalveoler veya kombine biçimde ortaya çıkabilir. Posterior çapraz kapanış sık görülen bir bulgu olmakla birlikte tanı için zorunlu değildir; maksiller posterior dişlerin bukkale ve mandibular posterior dişlerin linguale eğilmesiyle oluşan kompanzasyon, altta yatan iskeletsel uyumsuzluğu maskeleyebilir. Bu nedenle posterior çapraz kapanış ile maksiller transversal yetersizlik eş anlamlı kabul edilmemelidir (Miner et al., 2012).

Etiyoloji genellikle multifaktöriyeldir. Genetik özellikler, kraniyofasiyal büyüme modeli ve maksillomandibular ilişkiler transversal gelişimi etkileyebilir. Maksiller darlık yalnızca izole bir transversal anomali şeklinde değil, iskeletsel Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyonlarla birlikte de görülebilir. Bu nedenle transversal değerlendirme, posterior çapraz kapanış bulunmayan sagittal anomalilerde de tanısal sürecin bir parçası olmalıdır (Franchi & Baccetti, 2005).

Parmak emme gibi kötü alışkanlıklar, ağız solunumu, atipik yutkunma ve dilin düşük istirahat pozisyonu, maksiller ark gelişimini etkileyebilen fonksiyonel ve çevresel etkenlerdir. Bununla birlikte bu faktörlerle maksiller darlık arasındaki ilişki tek yönlü bir nedensellik şeklinde yorumlanmamalıdır. Özellikle ağız solunumu; nazal tıkanıklık, adenotonsiller hipertrofi, dil postürü ve mevcut kraniyofasiyal morfolojiyle birlikte değerlendirilmelidir (Lione et al., 2014; Øgaard et al., 1994; Ovsenik, 2009).

Transversal uyumsuzluk simetrik veya asimetrik olabilir. Dar maksiller arkta oluşan erken oklüzal temaslar, mandibulanın kapanış sırasında lateral yönde kaymasına ve fonksiyonel tek taraflı posterior çapraz kapanış görünümüne neden olabilir. Bu nedenle fonksiyonel mandibular kayma ile gerçek iskeletsel asimetrinin ayrılması, tanı ve tedavi planlaması açısından önem taşır (Pinto et al., 2001).

Klinik ve Radyografik Tanısal Değerlendirme

Tanısal değerlendirme ayrıntılı anamnez ve klinik muayeneyle başlamalıdır. Ark biçimi ve simetrisi, palatal morfoloji, posterior çapraz kapanışın lokalizasyonu, dental kompanzasyonlar, orta hat ilişkileri ve oklüzal temaslar incelenmelidir. Mandibulanın istirahat konumundan maksimum interküspidasyona yönlendirilmesi sırasında ortaya çıkan lateral kayma, fonksiyonel çapraz kapanışın ayrılmasına yardımcı olur (Miner et al., 2012; Pinto et al., 2001).

Alçı veya dijital dental modeller; interkanin ve intermolar genişliklerin, ark çevresinin, palatal derinliğin ve sağ-sol simetrisinin değerlendirilmesini sağlar. Ancak yalnızca diş kuronlarına dayalı ölçümler bazal kemik genişliğini, kök konumunu ve alveoler sınırları doğrudan göstermez. Bu nedenle model analizleri, iskeletsel ve dentoalveoler bulgularla birlikte yorumlanmalıdır (Miner et al., 2012).

Posteroanterior sefalometrik görüntüler, maksiller ve mandibular genişlikler ile belirgin kraniyofasiyal asimetrilerin iki boyutlu değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bununla birlikte anatomik süperpozisyon, baş pozisyonuna duyarlılık ve referans noktalarının belirlenmesindeki güçlükler ölçümlerin doğruluğunu sınırlamaktadır. Bu nedenle küçük sayısal farklılıklar tek başına tedavi endikasyonu olarak kabul edilmemelidir (Cortella et al., 1997).

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), bazal ve alveoler genişliklerin, posterior diş eğimlerinin, kortikal kemik kalınlığının, palatal morfolojinin ve asimetrilerin üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlar. Ayrıca iskeletsel ankrajlı genişletme planlanan hastalarda palatal kemik ve olası minivida yerleşim bölgeleri incelenebilir. Bununla birlikte farklı analiz yöntemlerinde kullanılan referans düzlemleri ve ölçüm noktaları değişebildiğinden, KIBT bulguları tek bir eşik değer yerine bütüncül klinik değerlendirme içinde yorumlanmalıdır (Lee et al., 2014; Miner et al., 2015).

Midpalatal suturun KIBT üzerindeki morfolojik değerlendirmesi, özellikle geç adölesan ve erişkin hastalarda tedavi seçimine katkı sağlayabilir. Angelieri ve arkadaşlarının A–E sınıflaması sutur matürasyonunu bireysel olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ancak sutur evresi tek başına genişletme başarısını öngörmez; kronolojik yaş, iskeletsel matürasyon, sirkummaksiller direnç ve palatal anatomiyle birlikte ele alınmalıdır (Angelieri et al., 2013).

Görüntüleme kararı, elde edilecek üç boyutlu bilginin tanıyı veya tedavi planını değiştirme olasılığına dayanmalıdır. İleri yaşta iskeletsel genişletme planlanması, belirgin asimetri, minivida yerleşimi ve cerrahi tedavi gereksinimi KIBT kullanımını destekleyebilecek başlıca klinik durumlardır (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology, 2013).

Tedavinin Bireyselleştirilmesinde Belirleyici Faktörler

Maksiller transversal yetersizlikte tedavi seçimi yalnızca kronolojik yaşa veya posterior çapraz kapanışın varlığına dayandırılmamalıdır. Öncelikle yetersizliğin iskeletsel, dentoalveoler ya da kombine niteliği; şiddeti, simetrisi ve anteroposterior dağılımı belirlenmelidir. Benzer dental ark görünümüne sahip hastalarda bazal kemik yetersizliği ve dental kompanzasyonların oranı farklılık gösterebileceğinden, hedeflenen genişlemenin iskeletsel ve dentoalveoler bileşenleri hasta özelinde planlanmalıdır (Kapetanović et al., 2021; Pasqua et al., 2022).

İskeletsel matürasyon ve sutural direnç, uygulanacak yöntemin belirlenmesinde temel değişkenlerdir. Midpalatal sutur matürasyonu kronolojik yaşla ilişkili olmakla birlikte aynı yaştaki bireyler arasında belirgin farklılık gösterebilir. Bu nedenle yaş, kesin bir tedavi sınırı olarak değil; sutur morfolojisi, sirkummaksiller direnç ve diğer anatomik özelliklerle birlikte yorumlanan yardımcı bir gösterge olarak değerlendirilmelidir. Büyüme potansiyeli bulunan ve sutural direnci düşük hastalarda konvansiyonel hızlı veya yavaş maksiller genişletme yeterli olabilirken, daha ileri matürasyona sahip hastalarda iskeletsel ankrajlı yöntemlere gereksinim duyulabilir (Angelieri et al., 2013; Jia et al., 2022; Shin et al., 2019).

İskeletsel ankrajlı genişletme planlanan hastalarda palatal kemiğin kalınlığı ve morfolojisi, minivida yerleşimine uygun alan, kortikal tutuculuk ve apareyin anteroposterior konumu değerlendirilmelidir. Bu anatomik özellikler minivida sayısını, uzunluğunu, yerleşim açısını ve genişletme vidasının konumunu doğrudan etkiler. Özellikle kemik desteğinin sınırlı veya anatomik direncin asimetrik olduğu olgularda, KIBT verilerine dayalı dijital planlama ve rehberli minivida yerleştirme yararlı olabilir (Andre et al., 2024; Negrisoli et al., 2022).

Periodontal ve dentoalveoler sınırlar da tedavi seçiminde dikkate alınmalıdır. Posterior dişlerin başlangıç eğimleri, köklerin alveoler kemik içerisindeki konumu, bukkal kortikal kemik kalınlığı ve periodontal fenotip; genişletme sırasında oluşabilecek dental devrilme ve kemik kaybı riskini etkileyebilir. Dental ankrajın sınırlandırılması gereken hastalarda hibrit veya iskeletsel ankrajlı sistemler tercih edilebilmekle birlikte, bu yöntemlerin dentoalveoler ve periodontal etkileri tamamen ortadan kaldırmadığı göz önünde bulundurulmalıdır (Kapetanović et al., 2021; Pasqua et al., 2026).

Yöntem seçiminde gerekli genişletme miktarı, hedeflenen anterior ve posterior genişleme dağılımı, asimetrinin varlığı, önceki genişletme girişimlerinin sonucu ve eşlik eden sagittal veya vertikal iskeletsel anomaliler birlikte değerlendirilmelidir. Kontrollü ve kademeli kuvvet uygulamasının öncelikli olduğu olgularda minivida destekli yavaş palatal genişletme (MASPE), daha hızlı aktivasyonla sutural açılmanın hedeflendiği uygun hastalarda minivida destekli hızlı palatal genişletme (MARPE) veya maksiller iskeletsel genişletici (MSE) düşünülebilir. Bununla birlikte aktivasyon protokolü ve aparey tasarımı, hastanın anatomik ve biyolojik özelliklerinden bağımsız olarak seçilmemelidir (Song et al., 2025; Walter et al., 2024).

Cerrahi olmayan genişletmenin başarısız olduğu veya ileri sutural ve sirkummaksiller direnç nedeniyle başarı olasılığının düşük değerlendirildiği hastalarda; cerrahi kolaylaştırılmış minivida destekli genişletme, minimal invaziv cerrahi ve minivida destekli hızlı palatal genişletme (MISMARPE) veya cerrahi destekli hızlı palatal genişletme (SARPE) gündeme gelebilir. Transversal yetersizliğe belirgin sagittal ya da vertikal maksiller deformitenin eşlik ettiği ve bu anomalilerin aynı seansta düzeltilmesinin planlandığı olgularda segmental Le Fort I osteotomisi daha uygun bir seçenek olabilir. Son karar hedeflenen iskeletsel değişim, periodontal risk, tedavinin invazivliği ve süresi, hasta beklentileri ile

ortodontist-cerrah iş birliği dikkate alınarak verilmelidir (Lázaro-Abdulkarim et al., 2025; Marchetti et al., 2009; Piccoli et al., 2026).

Büyüme Dönemindeki Hastalarda Konvansiyonel ve Hibrit Maksiller Genişletme

Büyüme dönemindeki hastalarda konvansiyonel maksiller genişletme, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve aktivasyon hızına göre hızlı veya yavaş protokollerle gerçekleştirilebilir. Her iki yaklaşımda da maksiller ark genişliği artarken iskeletsel ve dentoalveoler değişiklikler birlikte ortaya çıkar. İskeletsel katkının oranı başta hastanın matürasyon düzeyi olmak üzere aparey tipi ve aktivasyon protokolüne bağlıdır (Lagravere et al., 2005; Seif-Eldin et al., 2019).

Hızlı maksiller genişletmede genellikle Hyrax gibi diş destekli veya Haas gibi diş-doku destekli sabit apareyler kullanılır. Kısa sürede uygulanan yüksek kuvvetlerle midpalatal suturun açılması amaçlanır. Bununla birlikte posterior dişlerde bukkal devrilme, alveoler bükülme ve bukkal kortikal kemikte incelme görülebilir; iskeletsel matürasyon ilerledikçe toplam genişleme içerisindeki dentoalveoler katkı artma eğilimindedir (Lagravère et al., 2010; Seif-Eldin et al., 2019).

Yavaş maksiller genişletme quad-helix, W-arkı, hareketli vidalı plaklar veya düşük aktivasyon hızına sahip sabit genişleticilerle uygulanabilir. Daha düşük kuvvetlerin uzun süreli kullanılması, sutural ve dentoalveoler dokularda kademeli adaptasyon sağlamayı hedefler ve özellikle hafif veya orta düzeyde, dentoalveoler bileşeni belirgin yetersizliklerde tercih edilebilir. Hızlı ve yavaş protokolleri karşılaştıran çalışmalar, kısa dönem sonuçlar açısından yöntemlerden birinin tüm klinik durumlarda üstün olduğunu gösteren tutarlı kanıtlar sunmamaktadır (Bastos et al., 2019; Bucci et al., 2016; Rutili et al., 2021).

Diş-kemik destekli hibrit genişleticiler, posterior dişlerden ve palatal minividalardan eş zamanlı ankraj alan sistemlerdir. Genişletme kuvvetinin bir bölümünün doğrudan palatal kemiğe aktarılmasıyla iskeletsel etkinin artırılması ve ankraj dişlerinde oluşan bukkal devrilme ile periodontal yükün azaltılması amaçlanır. Bu sistemler, konvansiyonel diş destekli apareylere kıyasla daha belirgin iskeletsel etki hedeflenen büyüme dönemindeki hastalarda alternatif oluşturabilir (Barreneche-Calle et al., 2024; Pasqua et al., 2022).

Büyüme dönemindeki hastalarda hibrit Hyrax apareyi ile diş destekli Hyrax apareyini karşılaştıran randomize klinik bir çalışmada, hibrit sistemle özellikle premolar bölgede daha fazla iskeletsel genişleme ve daha az dental devrilme bildirilmiştir (Pasqua et al., 2022). Aynı hasta grubunda yapılan periodontal değerlendirme, her iki sistemde de kortikal kemik değişikliklerinin oluşabildiğini; ancak bazı posterior bölgelerde bukkal kemik kaybının diş destekli apareyde daha belirgin olduğunu göstermiştir (Pasqua et al., 2026).

Sistematik derlemeler, hibrit ve kemik destekli genişleticilerin kısa dönemde daha fazla sutural ve nazomaksiller değişim ile daha sınırlı posterior diş devrilmesi sağlayabileceğini bildirmektedir. Bununla birlikte aparey tasarımları, hasta matürasyonu, aktivasyon protokolleri ve değerlendirme yöntemleri arasındaki farklılıklar sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Ayrıca kısa dönemde gözlenen üstünlüklerin uzun dönem stabiliteye yansıyıp yansımadığı henüz kesin olarak belirlenmemiştir (Barreneche-Calle et al., 2024; Yung et al., 2025).

Minivida Destekli Hızlı Palatal Genişletme

Minivida destekli hızlı palatal genişletme (MARPE), genişletme kuvvetinin palatal minividalar aracılığıyla maksiller kemiğe iletilmesini amaçlayan iskeletsel ankrajlı bir yöntemdir.

Sistemler yalnızca kemikten ankraj alan veya posterior dişlerle minividaları birlikte kullanan diş-kemik destekli tasarımlar şeklinde uygulanabilir. Konvansiyonel diş destekli apareylere kıyasla ankraj dişlerine iletilen yükün azaltılması ve toplam genişleme içerisindeki iskeletsel katkının artırılması hedeflenir. Bununla birlikte apareyin kemik ya da diş-kemik destekli olması dental etkileri tamamen ortadan kaldırmaz; diş-kemik destekli sistemlerde posterior dişlerde devrilme ve dental genişleme daha belirgin olabilir (Kapetanović et al., 2021; Ryu et al., 2026).

MARPE ile midpalatal suturun ayrılmasına ek olarak maksiller bazal kemik, alveoler yapı, dental ark ve nazal kavite düzeylerinde transversal artış elde edilebilir. Geç adölesan ve erişkinlerde yürütülen prospektif çalışmalar, yöntemin yüksek oranda başarılı iskeletsel genişleme sağlayabildiğini; ancak elde edilen değişimin belirli bir bölümünün alveoler deformasyon ve dental devrilmeden kaynaklandığını göstermektedir (Kapetanović et al., 2021; Yung et al., 2025). Genişlemenin miktarı ve dağılımı; apareyin sagittal konumu, minivida-kemik teması ve sirkummaksiller suturların direnciyle ilişkilidir. Bu nedenle midpalatal suturun açılması tedavi başarısının temel göstergelerinden biri olmakla birlikte, klinik sonuç yalnızca sutur ayrılması üzerinden değerlendirilmemelidir (Shin et al., 2019; Zhang et al., 2025).

MARPE'de özellikle ileri yaştaki hastalarda sutur ayrılmasının öngörülebilirliği azalabilir. Başarı ve komplikasyon oranlarının aparey tasarımı, hasta özellikleri ve değerlendirme yöntemleri arasındaki heterojenlikten etkilenmesi, mevcut kanıtların kesinliğini sınırlandırmaktadır (Jeon et al., 2022; Meirelles et al., 2023).

MSE, MARPE sistemleri içerisinde özgün bir aparey tasarımını ifade eder. Genişletme vidasının posterior palatal bölgede konumlandırılması ve midpalatal suturun her iki yanında yer alan

dört minividanın palatal korteks ile nazal tabanda bikortikal tutuculuk sağlaması temel tasarım özellikleridir. Posterior dişlere uzanan kollar apareyin stabilizasyonuna katkı sağlasa da kuvvetin büyük ölçüde iskeletsel yapılara aktarılması amaçlanır. Posterior konumlandırma, özellikle maksillanın posterior bölümünde ve zigomatik destek bölgelerinde etkili kuvvet iletimi sağlamaya yönelik biyomekanik bir yaklaşımdır (Cantarella et al., 2017, 2018).

MSE uygulaması sonucunda midpalatal suturun yanı sıra maksiller bazal kemik, nazal kavite ve zigomatikomaksiller kompleks düzeyinde transversal değişiklikler meydana gelebilir. Genişleme aksiyal düzlemde görece paralel bir özellik gösterebilmekle birlikte bireysel anatomik dirençlere bağlı olarak asimetrik veya V biçimli açılma da oluşabilir. Minividaların özellikle posterior bölgede bikortikal yerleşimi, iskeletsel etkinliğin artırılması ve ankraj dişlerindeki bukkal devrilmenin sınırlandırılması açısından önemli görünmektedir; yetersiz kortikal tutuculuk ise daha düşük iskeletsel yanıt ve daha fazla dentoalveoler etkiyle ilişkilendirilmiştir (Elkenawy et al., 2020; Li et al., 2020).

MSE'nin klinik başarısı yalnızca apareyin standart tasarımına değil, palatal kemik kalınlığına, minivida uzunluğu ve angulasyonuna, apareyin anteroposterior konumuna ve sirkummaksiller dirence bağlıdır. Bu nedenle dört minividada bikortikal tutuculuğun hedeflenmesi ve aparey konumunun hastanın anatomisine göre belirlenmesi önem taşır. Bununla birlikte MSE, diğer kemik veya diş-kemik destekli MARPE tasarımlarına karşı her klinik durumda üstün kabul edilmemelidir; güncel karşılaştırmalı veriler farklı tasarımların iskeletsel genişleme sağlayabildiğini, ancak posterior genişleme miktarının apareyin ankraj biçimine göre değişebildiğini göstermektedir (Cantarella et al., 2020; Demirsoy et al., 2026).

Minivida Destekli Yavaş Palatal Genişletme

Minivida destekli yavaş palatal genişletme (MASPE), genişletme kuvvetinin palatal minividalar aracılığıyla kemiğe iletildiği, ancak aktivasyonun hızlı protokollere kıyasla daha düşük hızda ve daha kontrollü biçimde gerçekleştirildiği bir yaklaşımdır. Kademeli kuvvet uygulamasıyla sutural dokuların adaptasyonuna olanak sağlanması ve aşırı mekanik stres ile çevre yapılardaki deformasyonun sınırlandırılması hedeflenmektedir. Kuvvet kontrollü polisiklik aktivasyon kullanılan erişkinlerde MASPE ile etkili sutur açılması sağlanmış ve hızlı protokole kıyasla daha sınırlı pterigoid proses deformasyonu bildirilmiştir (Walter et al., 2024).

Erişkin hastalarda kemik destekli MASPE ile MARPE'yi karşılaştıran bir çalışmada anterior, orta ve posterior maksiller genişleme miktarları açısından anlamlı fark bulunmamış; MASPE grubunda iskeletsel genişletme başarı oranı %86,7 olarak bildirilmiştir. Bununla birlikte mevcut kanıtlar sınırlı örneklemlere ve heterojen aktivasyon protokollerine dayanmaktadır. Bu nedenle MASPE, özellikle kuvvet kontrolünün öncelikli olduğu olgularda umut verici bir seçenek olmakla birlikte MARPE'ye karşı yerleşik bir üstünlüğe sahip standart yöntem olarak değerlendirilmemelidir (Arveda et al., 2025; Walter et al., 2024).

Dijital Planlama ve Kişiye Özel Genişletici Sistemler

Dijital planlama KIBT verileri ile ağız içi taramadan elde edilen yüzey modellerinin birleştirilmesine, palatal kemik kalınlığının ve komşu anatomik yapıların üç boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Bu veriler doğrultusunda genişletme vidasının konumu, minivida sayısı, uzunluğu, angulasyonu ve kortikal tutuculuk düzeyi hasta anatomisine göre belirlenebilir. Kişiye özel olarak tasarlanan ve üretilen MARPE sistemleriyle geç adölesan ve erişkinlerde yüksek oranda başarılı sutur açılması bildirilmiş; ancak sonuçların aparey tasarımının yanı

sıra biyolojik ve anatomik değişkenlere de bağlı olduğu gösterilmiştir (Andre et al., 2024; Kapetanović et al., 2021).

Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) yöntemleri, apareyin ve minivida yerleştirme rehberlerinin aynı dijital plan üzerinden hazırlanmasını mümkün kılar. Rehberli minivida yerleştirme sayesinde kökler, nazal kavite ve palatal korteksle ilişkiler önceden değerlendirilebilse de planlanan ve gerçekleşen minivida konumları arasında doğrusal ve açısal sapmalar oluşabilir. Prospektif bir çalışmada CAD/CAM rehberleriyle klinik olarak kabul edilebilir doğruluk sağlanmış olmakla birlikte, özellikle minivida ucundaki sapmanın kritik anatomik yapılara yakın bölgelerde dikkate alınması gerektiği bildirilmiştir (Palone et al., 2026).

Cerrahi Destekli Minivida Ankrajlı Genişletme

Cerrahi olmayan minivida destekli genişletmenin başarısız olduğu veya ileri sutural ve sirkummaksiller direnç nedeniyle başarı olasılığının düşük değerlendirildiği hastalarda, genişletme öncesinde sınırlı cerrahi işlemler uygulanabilir. Cerrahi müdahalenin kapsamı yalnızca midpalatal sutura yönelik osteotomiden lateral maksiller duvar, zigomatik destek bölgesi veya pterigomaksiller bileşkenin serbestleştirilmesine kadar değişebilir. Bu yaklaşımın amacı, klasik cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmeye kıyasla cerrahi girişimi sınırlandırırken genişletme kuvvetini palatal minividalar aracılığıyla doğrudan maksiller kemiğe aktarmaktır (Lázaro-Abdulkarim et al., 2025).

Minimal invaziv cerrahi ve minivida destekli hızlı palatal genişletme (MISMARPE), bu genel yaklaşım içerisinde sınırlı osteotomi veya kortikotomilerin hızlı aktivasyon uygulanan minivida destekli bir genişleticiyle birleştirildiği protokolü tanımlar. Yöntem, cerrahi olmayan MARPE'nin yetersiz kalabileceği ancak daha kapsamlı cerrahi girişimin sınırlandırılmak istendiği iskeletsel

olarak olgun hastalarda değerlendirilebilir. Erişkinlerde diş-kemik destekli ve tamamen kemik destekli MISMARPE tasarımlarını karşılaştıran bir kohort çalışmasında her iki sistemle benzer iskeletsel genişleme elde edilirken, diş-kemik destekli apareyde dental ve posterior alveoler genişlemenin daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, cerrahi desteğin dentoalveoler etkileri tamamen ortadan kaldırmadığını ve ankraj tasarımının genişleme biçimini etkilemeye devam ettiğini göstermektedir (Piccoli et al., 2026).

Cerrahi kolaylaştırılmış minivida destekli genişletmede osteotomi bölgeleri, cerrahi girişimin kapsamı ve aktivasyon protokolü açısından henüz standart bir yaklaşım bulunmamaktadır. Mevcut klinik yayınların büyük bölümü hızlı aktivasyon protokollerine odaklandığından, cerrahi destekli yavaş veya kuvvet kontrollü genişletme ayrı ve yerleşik bir tedavi yöntemi olarak sunulmamalıdır. Yavaş aktivasyonun kullanıldığı uygulamalardan söz edilebilir; ancak bunların terminolojisinin ve klinik kanıtlarının sınırlı olduğu belirtilmelidir. Cerrahi desteğin gerekliliği ve kapsamı; iskeletsel matürasyon, yetersizliğin şiddeti ve simetrisi, anatomik direnç bölgeleri, önceki genişletme girişimleri ve hedeflenen iskeletsel etki doğrultusunda bireysel olarak belirlenmelidir (Lázaro-Abdulkarim et al., 2025; Piccoli et al., 2026).

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme

Literatürde bu yöntem için cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme (SARME) ve cerrahi destekli hızlı palatal genişletme (SARPE) terimleri kullanılmaktadır. Yöntemde maksillanın direnç bölgeleri osteotomilerle serbestleştirildikten sonra diş, kemik veya minivida destekli bir genişleticiyle kademeli distraksiyon gerçekleştirilir. İleri iskeletsel matürasyon, şiddetli bazal darlık, belirgin asimetri ve cerrahi olmayan yöntemlerin başarısızlığı

başlıca tercih nedenleri arasındadır (de Freitas et al., 2008; Ferraro-Bezerra et al., 2018).

Cerrahi tekniğin kapsamı konusunda tam bir görüş birliği bulunmamaktadır. Pterigomaksiller osteotomi posterior maksiller direnci azaltarak daha paralel ve posterior ağırlıklı bir iskeletsel genişlemeye katkı sağlayabilir; ancak ek cerrahi risk ve teknik güçlük de oluşturabilir. Randomize ve karşılaştırmalı çalışmalar, pterigomaksiller osteotominin özellikle posterior iskeletsel genişleme ve molar devrilmesinin sınırlandırılması açısından etkili olabileceğini, ancak tüm klinik sonuçlarda belirgin üstünlük sağlamadığını göstermektedir (Ferraro-Bezerra et al., 2018; Lázaro-Abdulkarim et al., 2025; Möhlhenrich et al., 2020).

Segmental Ortognatik Cerrahi ile Transversal Düzeltme

Transversal yetersizliğe belirgin sagittal veya vertikal maksiller deformitenin eşlik ettiği hastalarda genişletme, segmental Le Fort I osteotomisi sırasında gerçekleştirilebilir. Maksillanın iki veya üç parçaya ayrılması, transversal düzeltmenin aynı cerrahi seansta maksiller sagittal konumlandırma, impaksiyon ya da vertikal konumlandırmayla birleştirilmesine olanak sağlar. Böylece ayrı bir genişletme cerrahisi ve iki aşamalı tedavi gereksinimi azaltılabilir; ancak yöntem segmentler arasındaki vasküler bütünlüğün korunmasını ve dikkatli ortodontik-cerrahi koordinasyonu gerektirir (Marchetti et al., 2009).

Segmental Le Fort I osteotomisi genellikle eşlik eden dentofasiyal deformitesi bulunan ve tek aşamalı cerrahi düzeltmenin avantajlı olduğu hastalarda tercih edilir. İskeletsel düzeydeki genişleme görece stabil olabilmekle birlikte premolar ve molar bölgelerde dentoalveoler relaps görülebilir. Genişletme miktarı, segmentlerin konumu, cerrahi splint, fiksasyon ve postoperatif ortodontik kuvvetler stabiliteyi etkilediğinden, cerrahi sırasında aşırı

düzeltme ve uygun transversal retansiyon gerekebilir (Kretschmer et al., 2011; Marchetti et al., 2009).

Tedavi Yaklaşımlarının İskeletsel ve Dentoalveoler Etkileri

Maksiller genişletme sonucunda midpalatal sutur, maksiller bazal kemik, alveoler proses, dental ark ve nazal kavitede farklı oranlarda transversal değişiklik oluşur. Konvansiyonel diş destekli yöntemlerde dentoalveoler katkı daha belirginken minivida destekli ve cerrahi yöntemlerde toplam genişleme içerisindeki iskeletsel oran artma eğilimindedir. Bununla birlikte hiçbir yöntemde genişleme bütünüyle iskeletsel düzeyle sınırlı değildir; alveoler bükülme ve posterior diş eğimindeki değişiklikler farklı düzeylerde devam eder (Kapetanović et al., 2021; Piccoli et al., 2026).

Genişleme modeli kullanılan yöntem ve bireysel anatomik dirence göre değişebilir. Özellikle konvansiyonel genişletme yöntemlerinde aksiyal düzlemde anterior bölgede daha fazla, koronal düzlemde ise dental arka doğru artan piramidal bir genişleme görülebilir. Bununla birlikte bu dağılım apareyin konumuna, ankraj biçimine ve bireysel anatomik dirence göre değişmektedir. Posterior yerleşimli ve bikortikal ankrajlı sistemler posterior iskeletsel yanıtı artırabilir; yavaş ve kuvvet kontrollü aktivasyon ise çevre kemiklerdeki deformasyonun dağılımını değiştirebilir. Bu nedenle vida açılma miktarı ile gerçek iskeletsel genişleme eş değer kabul edilmemelidir (Song et al., 2025; Walter et al., 2024).

Periodontal Etkiler ve Komplikasyonlar

Maksiller genişletme sırasında posterior dişlerin bukkal yönde hareketi ve alveoler prosesin deformasyonu; bukkal kortikal kemikte incelme, dehisens, fenestrasyon ve gingival çekilme riskini artırabilir. Minivida desteği bu etkileri azaltabilse de tamamen önlemez; özellikle diş-kemik destekli tasarımlarda posterior dişlerde devrilme ve bukkal kemik kaybı meydana gelebilir. Başlangıçtaki

diş eğimi, periodontal fenotip, köklerin alveoler kemik içerisindeki konumu ve hedeflenen genişletme miktarı risk değerlendirmesine dâhil edilmelidir (Al-Qaqaa et al., 2026; Kapetanović et al., 2021; Sader et al., 2024).

Minivida mobilitesi veya kırılması, yumuşak doku irritasyonu, enflamasyon, ağrı, asimetrik sutur açılması ve aparey deformasyonu iskeletsel ankrajlı sistemlere özgü diğer sorunlardır. Cerrahi yöntemlerde bunlara kanama, enfeksiyon, duyu kaybı, periodontal hasar ve segmental asimetri gibi cerrahi komplikasyonlar eklenebilir. Komplikasyon olasılığının ileri yaşla artabildiği bildirildiğinden, aktivasyon sırasında dirençte ani artış, asimetrik diastema veya şiddetli ağrı gözlendiğinde protokol yeniden değerlendirilmelidir (Jeon et al., 2022; Winsauer et al., 2021).

Hava Yolu ve Nazal Solunum Üzerindeki Etkiler

Maksiller genişletme, nazal taban ve nazal kavite genişliğinde artış oluşturarak nazal hava akımını ve direncini etkileyebilir. Geç adölesan ve genç erişkinlerde gerçekleştirilen randomize bir çalışmada MARPE'nin konvansiyonel hızlı genişletmeye göre daha fazla nazomaksiller genişleme, artmış nazal hava akımı ve azalmış nazal direnç oluşturduğu bildirilmiştir. Erişkinlerde yapılan diğer çalışmalar da üst hava yolu hacminde artış göstermekle birlikte, morfolojik yanıtın bireyler arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır (Aras et al., 2026; Kavand et al., 2019).

Nazal kavitedeki boyutsal artış, solunum fonksiyonunda kalıcı iyileşmeyle doğrudan eş anlamlı değildir. Cerrahi genişletme sonrasında kısa dönemde azalan nazal direnç ve iyileşen subjektif solunum bulgularının uzun dönem değerlendirmede başlangıç düzeylerine yaklaşabildiği bildirilmiştir. Bu nedenle maksiller genişletme yalnızca hava yolu hacmini artırmak veya solunum

bozukluğunu tedavi etmek amacıyla uygulanmamalı; nazal obstrüksiyonu bulunan hastalar kulak burun boğaz değerlendirmesiyle multidisipliner olarak ele alınmalıdır (Aras et al., 2026; Magnusson et al., 2011).

Retansiyon, Stabilite ve Relaps

Aktif genişletme sonrasında sutural ve periodontal dokuların yeniden organizasyonu tamamlanıncaya kadar apareyin pasif retansiyon amacıyla ağızda tutulması yaygın bir uygulamadır. Retansiyon süresi hastanın matürasyonu, kullanılan yöntem, genişletme miktarı ve sonraki ortodontik tedavi planına göre belirlenmelidir. Erişkinlerde MARPE sonrasında midpalatal suturun kemikleşmesi bireysel farklılık göstermekte; bazı hastalarda bir yılı aşan sürelerde dahi kemikleşmenin tamamlanmadığı bildirilmiştir. Bu durum, yalnızca klinik diastemanın kapanmasına dayanarak retansiyonun sonlandırılmaması gerektiğini düşündürmektedir (Naveda et al., 2022).

Kişiye özel MARPE uygulanan hastaların bir yıllık takibinde iskeletsel ve alveoler kazanımların büyük ölçüde korunduğu, buna karşılık intermolar genişlikte belirgin dental relaps oluşabildiği bildirilmiştir. SARPE sonrasında da iskeletsel genişleme dental genişlemeye kıyasla daha stabil görünmektedir. Bu nedenle relaps değerlendirmesinde yalnızca intermolar mesafe değil; bazal kemik genişliği, alveoler genişlik ve posterior diş eğimleri de ayrı ayrı incelenmeli; gerekli durumlarda sabit transversal retansiyon sürdürülmelidir (Chen et al., 2025; Ribeiro Prado et al., 2013).

Maksiller transversal yetersizlik, farklı iskeletsel matürasyon düzeylerinde ve değişken anatomik özelliklerle ortaya çıkan heterojen bir klinik durumdur. Konvansiyonel genişletmeden MARPE, MSE ve MASPE'ye; minimal cerrahi destekli yöntemlerden SARPE ve segmental ortognatik cerrahiye uzanan tedavi seçenekleri birbirinin doğrudan alternatifi olmaktan çok,

farklı biyolojik ve mekanik gereksinimlere yanıt veren bir tedavi spektrumu oluşturur. Başarılı ve stabil sonuçlar, tedavi yönteminin seçiminden önce iskeletsel ve dentoalveoler bileşenlerin doğru ayırt edilmesine, anatomik sınırların belirlenmesine, uygun aktivasyon ve retansiyon protokolünün seçilmesine ve gerektiğinde cerrahi desteğin zamanında planlanmasına bağlıdır (Kapetanović et al., 2021; Piccoli et al., 2026; Walter et al., 2024).

Sonuç

Maksiller transversal yetersizliğin tedavisi iskeletsel matürasyon, sutural direnç, periodontal sınırlar ve hedeflenen genişletme miktarı birlikte değerlendirilerek bireyselleştirilmelidir. Konvansiyonel, minivida destekli ve cerrahi yaklaşımlar arasındaki seçim yalnızca kronolojik yaşa değil, hastanın biyolojik ve anatomik özelliklerine de dayandırılmalıdır. Uygun aktivasyon ve retansiyon protokolüyle desteklenen multidisipliner planlama, tedavi başarısı ve uzun dönem stabilite açısından belirleyicidir.

Kaynakça

Al-Qaqaa, S., Al-Khateeb, S. N., & Al Samhouri, A. (2026). Effect of skeletal miniscrew-assisted rapid palatal expansion on root resorption, buccal bone thickness and tooth inclination: A retrospective CBCT study. *The Angle Orthodontist, 96*(4), 420–427. https://doi.org/10.2319/042125-309.1

American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. (2013). Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 116*(2), 238–257. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.06.002

André, C. B., Pasqua, B. de P. M., Jacquier, G. de A., & Nascimento, F. D. (2024). Miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MARPE): Factors influencing planning. *Dental Press Journal of Orthodontics, 29*(3), Article e242439. https://doi.org/10.1590/2177-6709.29.3.e242439.oar

Angelieri, F., Cevidanes, L. H. S., 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. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.022

Aras, I., Walma, D. C., Olavarria, O., Othman, E., & Akyalcin, S. (2026). Skeletal and nasal airflow changes in late adolescents and young adults after RPE vs MARPE: A randomized clinical trial. *The Angle Orthodontist, 96*(1), 5–13. https://doi.org/10.2319/121224-1020.1

Arveda, N., Migliorati, M., De Mari, A., Forin Valvecchi, F., Schiavetti, I., Annarumma, F., Battista, G., & Aghazada, H. (2025). Miniscrew-assisted slow palatal expansion with bone borne expander in adult patients: A case control study on consecutively treated patients. *The Angle Orthodontist, 95*(5), 513–521. https://doi.org/10.2319/112524-963.1

Barreneche-Calle, L. M., Marín-Arboleda, R. D., Gómez-Gómez, S. L., Agudelo-Suárez, A. A., & Ramírez-Ossa, D. M. (2024). Dentoalveolar, periodontal and skeletal effects of maxillary expansion techniques assisted by temporary anchorage devices compared with conventional protocols in growing patients with transverse maxillary deficiency: A systematic review and meta-analysis. *International Orthodontics, 22*(3), Article 100891. https://doi.org/10.1016/j.ortho.2024.100891

Bastos, R. T. da R. M., Blagitz, M. N., Aragón, M. L. S. de C., Maia, L. C., & Normando, D. (2019). Periodontal side effects of rapid and slow maxillary expansion: A systematic review. *The Angle Orthodontist, 89*(4), 651–660. https://doi.org/10.2319/060218-419.1

Bucci, R., D'Antò, V., Rongo, R., Valletta, R., Martina, R., & Michelotti, A. (2016). Dental and skeletal effects of palatal expansion techniques: A systematic review of the current evidence from systematic reviews and meta-analyses. *Journal of Oral Rehabilitation, 43*(7), 543–564. https://doi.org/10.1111/joor.12393

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), Article 34. https://doi.org/10.1186/s40510-017-0188-7

Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Moschik, C., Mallya, S. M., Pan, H. C., Alkahtani, M. R., Elkenawy, I., & Moon, W. (2018). Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 154*(3), 337–345. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.11.033

Cantarella, D., Savio, G., Grigolato, L., Zanata, P., Berveglieri, C., Lo Giudice, A., Isola, G., Del Fabbro, M., & Moon, W. (2020). A new methodology for the digital planning of micro-implant-supported maxillary skeletal expansion. *Medical Devices: Evidence and Research, 13*, 93–106. https://doi.org/10.2147/MDER.S247751

Chen, H., Kapetanović, A., Piao, Z., Xi, T., & Schols, J. G. J. H. (2025). Stability of expansion effects following miniscrew-assisted rapid palatal expansion: A prospective longitudinal cohort study. *Oral and Maxillofacial Surgery, 29*(1), Article 23. https://doi.org/10.1007/s10006-024-01319-x

Cortella, S., Shofer, F. S., & Ghafari, J. (1997). Transverse development of the jaws: Norms for the posteroanterior cephalometric analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 112*(5), 519–522. https://doi.org/10.1016/S0889-5406(97)70079-9

de Freitas, R. R., Gonçalves, A. J., Moniz, N. J., & Maciel, F. A. (2008). Surgically assisted maxillary expansion in adults: Prospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 37*(9), 797–804. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2008.04.019

Demirsoy, K. K., Buyuk, S. K., Alev, Y., Bicer, T., & Abay, F. (2026). Comparative evaluation of skeletal, dentoalveolar, and airway effects of bone-borne and hybrid expanders in young adults. *Orthodontics & Craniofacial Research, 29*(2), 375–384. https://doi.org/10.1111/ocr.70091

Elkenawy, I., Fijany, L., Colak, O., Paredes, N. A., Gargoum, A., Abedini, S., Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Sfogliano, L., & Moon, W. (2020). An assessment of the magnitude, parallelism, and asymmetry of micro-implant-assisted rapid maxillary expansion in non-growing patients. *Progress in Orthodontics, 21*(1), Article 42. https://doi.org/10.1186/s40510-020-00342-4

Ferraro-Bezerra, M., Tavares, R. N., de Medeiros, J. R., Nogueira, A. S., Avelar, R. L., & Studart Soares, E. C. (2018). Effects of pterygomaxillary separation on skeletal and dental changes after surgically assisted rapid maxillary expansion: A single-center, double-blind, randomized clinical trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 76*(4), 844–853. https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.08.032

Franchi, L., & Baccetti, T. (2005). Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: A cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthodontics & Craniofacial Research, 8*(1), 21–28. https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00312.x

Haas Júnior, O. L., Matje, P. R. B., Rosa, B. M. da, Piccoli, V. D., Rizzatto, S. M. D., Oliveira, R. B. de, & Menezes, L. M. de. (2024). MISMARPE protocol: Minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Dental Press Journal of Orthodontics, 29*(3), Article e24spe3. https://doi.org/10.1590/2177-6709.29.3.e24spe3

Jeon, J. Y., Choi, S.-H., Chung, C. J., & Lee, K.-J. (2022). The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clinical Oral Investigations, 26*(3), 2993–3003. https://doi.org/10.1007/s00784-021-04281-0

Jia, H., Zhuang, L., Zhang, N., Bian, Y., & Li, S. (2022). Age-dependent effects of transverse maxillary deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*(4), 557–573. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.10.029

Kapetanović, A., Theodorou, C. I., Bergé, S. J., Schols, J. G. J. H., & 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. https://doi.org/10.1093/ejo/cjab005

Kavand, G., Lagravère, M., Kula, K., Stewart, K., & Ghoneima, A. (2019). Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist, 89*(4), 566–574. https://doi.org/10.2319/070818-507.1

Kretschmer, W. B., Baciut, G., Baciut, M., Zoder, W., & Wangerin, K. (2011). Transverse stability of 3-piece Le Fort I osteotomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 69*(3), 861–869. https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.05.024

Lagravère, M. O., Carey, J., Heo, G., Toogood, R. W., & Major, P. W. (2010). Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 137*(3), 304.e1–304.e12. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.09.016

Lagravère, M. O., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2005). Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: A systematic review. *The Angle Orthodontist, 75*(6), 1046–1052. https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)75[1046:LSCWRM]2.0.CO;2

Lázaro-Abdulkarim, A., Valls-Ontañón, A., Puigdollers-Pérez, A., Clusellas-Barrionuevo, N., Giralt-Hernando, M., & Hernández-Alfaro, F. (2025). Transpalatal vs anterior approach for pterygomaxillary disjunction in the context of surgically assisted MARPE: CBCT assessment. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 53*(9), 1371–1378. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2025.05.010

Lee, S. C., Park, J. H., Bayome, M., Kim, K. B., Araujo, E. A., & Kook, Y.-A. (2014). Effect of bone-borne rapid maxillary expanders with and without surgical assistance on the craniofacial structures using finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 145*(5), 638–648. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.12.029

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. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.05.021

Lione, R., Buongiorno, M., Franchi, L., & Cozza, P. (2014). Evaluation of maxillary arch dimensions and palatal morphology in mouth-breathing children by using digital dental casts. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 78*(1), 91–95. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.09.028

Magnusson, A., Bjerklin, K., Nilsson, P., Jönsson, F., & Marcusson, A. (2011). Nasal cavity size, airway resistance, and subjective sensation after surgically assisted rapid maxillary expansion: A prospective longitudinal study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 140*(5), 641–651. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.11.024

Marchetti, C., Pironi, M., Bianchi, A., & Musci, A. (2009). Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: Transverse stability over a 2-year period. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, 37*(2), 74–78. https://doi.org/10.1016/j.jcms.2008.08.006

Meirelles, C. M., Ferreira, R. M., Suzuki, H., Oliveira, C. B., Souza de Jesus, A., Garcez, A. S., & Suzuki, S. S. (2023). Analysis of factors associated with the success of microimplant-assisted rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 164*(1), 67–77. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.10.029

Miner, R. M., Al Qabandi, S., Rigali, P. H., & Will, L. A. (2012). Cone-beam computed tomography transverse analysis. Part I: Normative data. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 142*(3), 300–307. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.04.014

Miner, R. M., Al Qabandi, S., Rigali, P. H., & Will, L. A. (2015). Cone-beam computed tomography transverse analyses. Part 2: Measures of performance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 148*(2), 253–263. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.03.027

Möhlhenrich, S. C., Heeg, J., Raith, S., Kniha, K., Hölzle, F., Wolf, M., Fritz, U., & Modabber, A. (2020). Effect of the pterygomaxillary disjunction on surgically assisted rapid palatal expansion in context of orthodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 130*(3), 241–251. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2020.03.048

Naveda, R., dos Santos, A. M., Seminario, M. P., Miranda, F., Janson, G., & Garib, D. (2022). Midpalatal suture bone repair after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults. *Progress in Orthodontics, 23*(1), Article 35. https://doi.org/10.1186/s40510-022-00431-6

Negrisoli, S., Angelieri, F., Gonçalves, J. R., da Silva, H. D. P., Maltagliati, L. Á., & Raphaelli Nahás-Scocate, A. C. (2022). Assessment of the bone thickness of the palate on cone-beam computed tomography for placement of miniscrew-assisted rapid palatal expansion appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 161*(6), 849–857. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.01.037

Øgaard, B., Larsson, E., & Lindsten, R. (1994). The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3-year-old children. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 106*(2), 161–166. https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70034-6

Ovsenik, M. (2009). Incorrect orofacial functions until 5 years of age and their association with posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 136*(3), 375–381. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.03.018

Palone, M., Pepe, F., Grotteria, C., Cremonini, F., Maino, G. B., Brucculeri, L., & Lombardo, L. (2026). Factors influencing the accuracy of guided palatal miniscrew insertion in young adults. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s00056-026-00650-0

Pasqua, B. de P. M., André, C. B., Paiva, J. B., Tarraf, N. E., Wilmes, B., & Rino-Neto, J. (2022). Dentoskeletal changes due to rapid maxillary expansion in growing patients with tooth-borne and tooth-bone-borne expanders: A randomized clinical trial. *Orthodontics & Craniofacial Research, 25*(4), 476–484. https://doi.org/10.1111/ocr.12559

Pasqua, B. de P. M., Sendyk, M., Barros André, C., Batista de Paiva, J., Wilmes, B., & Rino Neto, J. (2026). Periodontal evaluation after maxillary expansion with a tooth-bone-borne expander in growing patients: A randomized clinical trial. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie, 87*(1), 43–54. https://doi.org/10.1007/s00056-024-00536-z

Piccoli, V. D., Matje, P. R. B., Haas, O. L., Bastos, R. M., Rizzatto, S. M. D., de Oliveira, R. B., Hernández-Alfaro, F., & de Menezes, L. M. (2026). Minimally invasive surgical and miniscrew-assisted rapid palatal expansion (MISMARPE)—Immediate skeletal and dentoalveolar effects with tooth-bone-borne versus bone-borne expanders: A comparative cohort study. *Orthodontics & Craniofacial Research*. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/ocr.70159

Pinto, A. S., Buschang, P. H., Throckmorton, G. S., & Chen, P. (2001). Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 120*(5), 513–520. https://doi.org/10.1067/mod.2001.118627a

Ribeiro Prado, G. P., Pereira, M. D., Rocha Biló, J. P., Furtado, F., & Ferreira, L. M. (2013). Stability of surgically assisted rapid palatal expansion: A randomized trial. *Journal of Dental Research, 92*(7 Suppl.), S49–S54. https://doi.org/10.1177/0022034513486899

Rutili, V., Mrakic, G., Nieri, M., Franceschi, D., Pierleoni, F., Giuntini, V., & Franchi, L. (2021). Dento-skeletal effects produced by rapid versus slow maxillary expansion using fixed jackscrew expanders: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics, 43*(3), 301–312. https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa086

Ryu, S., Choi, E.-H. A., Liu, J., Choi, S.-H., Yu, H.-S., & Cha, J.-Y. (2026). Comparison of skeletal and dentoalveolar effects of tooth-and-bone-borne and bone-borne miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults. *Korean Journal of Orthodontics, 56*(1), 11–20. https://doi.org/10.4041/kjod25.055

Sader, L. H. B., Siécola, G., Marin Ramirez, C. M., Otazu, A., Torres, D. M., Cotrin, P., Valarelli, F. P., Pinzan-Vercelino, C. R. M., & Freitas, K. M. S. (2024). Comparison of maxillary transversal changes between auxiliary beta-titanium expansion arch and miniscrew-assisted rapid palatal expansion. *Orthodontics & Craniofacial Research, 27*(3), 421–428. https://doi.org/10.1111/ocr.12745

Sawchuk, D., Currie, K., Vich, M. L., Palomo, J. M., & Flores-Mir, C. (2016). Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: A systematic review. *The Korean Journal of Orthodontics, 46*(5), 331–342. https://doi.org/10.4041/kjod.2016.46.5.331

Seif-Eldin, N. F., Elkordy, S. A., Fayed, M. S., Elbeialy, A. R., & Eid, F. H. (2019). Transverse skeletal effects of rapid maxillary expansion in pre and post pubertal subjects: A systematic review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 7*(3), 467–477. https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.080

Shin, H., Hwang, C.-J., Lee, K.-J., Choi, Y. J., Han, S.-S., & Yu, H. S. (2019). Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A preliminary study. *The Korean Journal of Orthodontics, 49*(6), 360–371. https://doi.org/10.4041/kjod.2019.49.6.360

Song, G., Park, J. H., Lee, S., Chung, D., & Moon, W. (2025). The effect of the anteroposterior position of miniscrew assisted rapid palatal expansion on the expansion outcomes in mature patients. *Orthodontics & Craniofacial Research*. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/ocr.70083

Walter, A., Winsauer, H., Crespo, E., Walter, D., Winsauer, C., Schwärzler, A., Mojal, S., Arcos, I., & Puigdollers, A. (2024). Adult maxillary expansion: CBCT evaluation of skeletal changes and determining an efficiency factor between force-controlled polycyclic slow activation and continuous rapid activation for mini-screw-assisted palatal expansion—MASPE vs. MARPE. *Head & Face Medicine, 20*(1), Article 70. https://doi.org/10.1186/s13005-024-00474-6

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), Article 50. https://doi.org/10.1186/s13005-021-00301-2

Yung, A. K. C., Chan, H. H., Liu, J., Hung, K. F., Tang, Z., & Shan, Z. (2025). Comparative three dimensional evaluation of skeletal and dentoalveolar effects between tooth-borne and bone-anchored maxillary expansion for growing patients—A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research, 28*(6), 907–928. https://doi.org/10.1111/ocr.70029

Zhang, W., Chung, M., Qian, Y., Zhu, Y., & Jiang, L. (2025). Application of a novel form of structural classification of the pterygopalatine suture for predicting midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults: A cohort study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 167*(5), 578–590. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2024.12.006


BİDGE