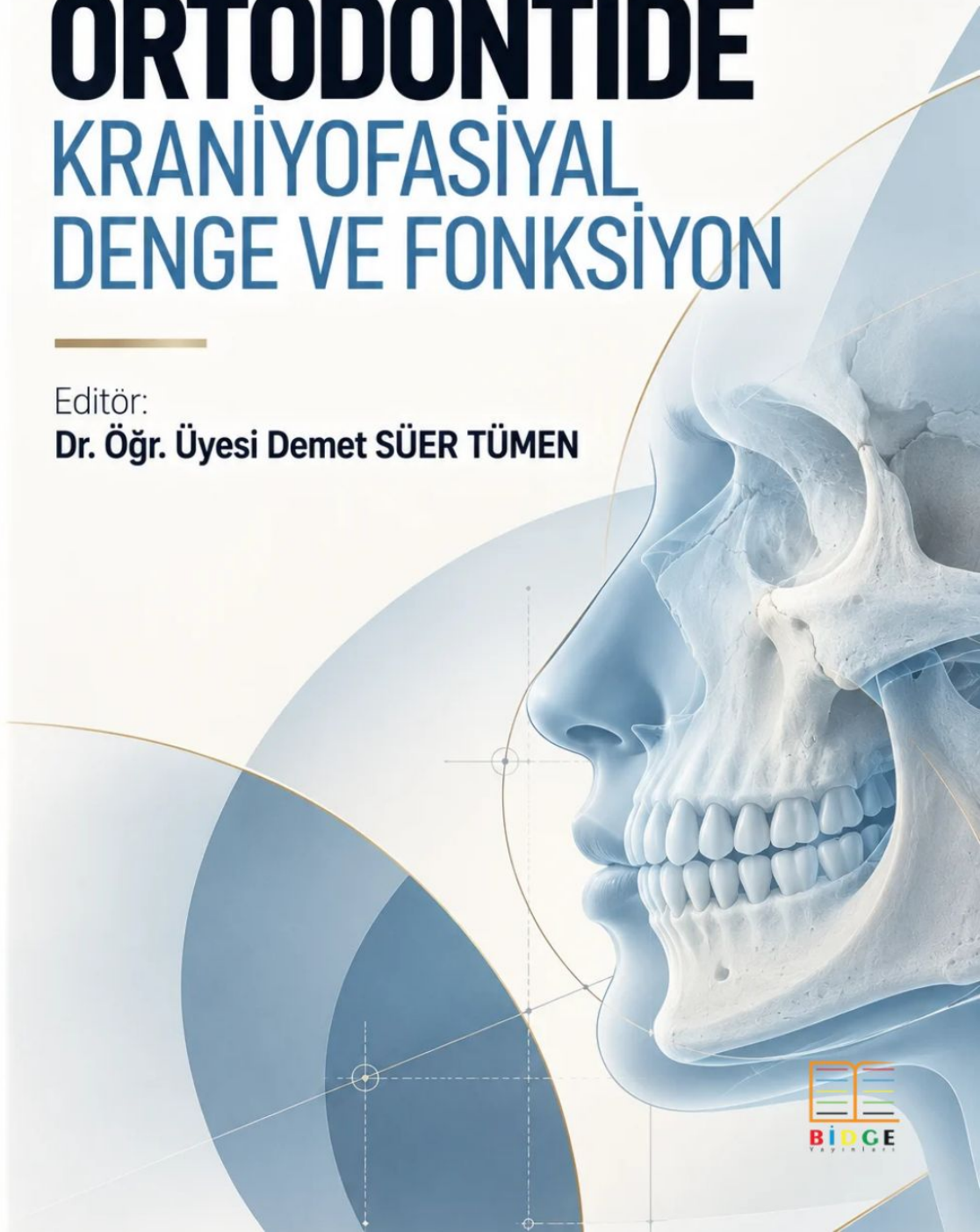
ORTODONTİDE
KRANİYOFASİYAL DENGE VE FONKSİYON

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

ÖNSÖZ

Ortodonti bilimi, kraniyofasiyal yapıların büyüme ve gelişimi ile anatomik ve fonksiyonel ilişkilerinin daha iyi anlaşılması sayesinde önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Günümüzde ortodontik tanı ve tedavi planlaması, dişsel ve iskeletsel düzensizliklerin düzeltilmesinin ötesinde; kraniyofasiyal dengeyi, solunum fonksiyonlarını, baş-boyun postürünü ve bireysel özellikleri bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır.

Kraniyofasiyal yapıların anatomik ve fonksiyonel ilişkileri, tedavi başarısı ve uzun dönem stabilitesi açısından önem taşımaktadır. Maksiller transversal yetersizliklerde bireyselleştirilmiş tedavi seçenekleri, kraniyoservikal postürün dentofasiyal morfolojiyle ilişkisi ve obstrüktif uyku apnesinin ortodontik açıdan değerlendirilmesi, güncel ortodontinin öne çıkan konularındandır. Bu gelişmeler, estetik ve oklüzal hedeflerin yanı sıra fonksiyonel gereksinimleri ve disiplinler arası iş birliğini de ön plana çıkarmaktadır.

"Ortodontide Kraniyofasiyal Denge ve Fonksiyon" başlıklı bu kitapta; maksiller transversal yetersizliklerde güncel tedavi yaklaşımları, kraniyoservikal postürün değerlendirilmesi, obstrüktif uyku apnesinde ortodontik yaklaşımlar ve bu hastalığın yönetimindeki ortodontik ve cerrahi seçenekler güncel bilimsel kanıtlar ışığında ele alınmıştır. Kitabın akademisyenler, klinisyenler, araştırmacılar ve uzmanlık öğrencileri için yararlı bir kaynak olması ve bilimsel bilgilerin klinik uygulamalara aktarılmasına katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Bu eserin hazırlanmasına bilgi ve emekleriyle katkı sunan tüm bölüm yazarlarına teşekkür eder, kitabın ortodonti literatürüne ve klinik uygulamalara yol gösteren değerli bir kaynak olmasını temenni ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Demet SÜER TÜMEN
Dicle Üniversitesi
[25.10.2026]

İÇİNDEKİLER

ORTODONTİDE KRANİYOSERVİKAL POSTÜR DEĞERLENDİRİLMESİ: KLİNİK İLİŞKİLER VE GÜNCEL KANITLAR 1

SEVGİ KAPTIKAÇTI AKAR, İLKNUR VELİ

ORTODONTİDE ÜST HAVA YOLUNUN ÜÇ BOYUTLU DEĞERLENDİRİLMESİ VE ORTODONTİK TEDAVİYLE İLİŞKİSİ 33

ASAD SHAMASNA, BURÇİN AKAN

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNDE GÜNCEL ORTODONTİK YAKLAŞIMLAR 49

SANİYE MERVE CENGİZ, SIDIKA TEMEL

OBSTRÜKTİF UYKU APNESİNİN YÖNETİMİNDE ORTODONTİK VE CERRAHİ YAKLAŞIMLAR: KANITA DAYALI GÜNCEL BAKIŞ 72

MEYRA DURMAZ, MEHMET ALP ERİŞ

BÖLÜM 1

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 2

ORTODONTİDE ÜST HAVA YOLUNUN ÜÇ BOYUTLU DEĞERLENDİRİLMESİ VE ORTODONTİK TEDAVİYLE İLİŞKİSİ

ASAD SHAMASNA[1]
BURÇİN AKAN[2]

Giriş

Bu bölümde üst hava yolu terimi, nazal kavite ile faringeal hava yolunu kapsayan genel bir terim olarak kullanılmaktadır. Faringeal hava yolu ise bunun nazofarinks, orofarinks ve hipofarinksten oluşan bölümünü ifade etmektedir. Ortodonti alanında üst hava yoluna yönelik ilgi, kraniyofasiyal büyüme ve gelişim ile solunum paterni arasındaki uzun süredir bilinen yakın ilişkiye dayanmaktadır. Özellikle büyüme ve gelişim döneminde, nazal solunumun engellenmesi ve ağız solunumunun alışkanlık hâline gelmesi; baş ve dil postürünü, çenelerin büyüme ve gelişim yönünü ve buna bağlı olarak kraniyofasiyal morfolojiyi etkileyebilmektedir. Adenoidektomi sonrasında solunum biçimindeki değişime eşlik eden diş arkı ve dentoalveoler değişiklikler bildirilmiştir (Linder-Aronson, 1974). Bu bulgular,

[1] Uzm. Dt., Özel Klinik, İzmir. ORCID: 0009-0000-1542-6416
[2] Doç. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. ORCID: 0000-0001-7487-3769

solunum biçimi ile dentofasiyal gelişimin ilişkili olabileceğini düşündürmekle birlikte, her bireyde aynı iskeletsel paternin oluşacağını veya ilişkinin tek yönlü olduğunu göstermez. Bu nedenle, üst hava yolunun değerlendirilmesi, ortodontik tanı ve tedavi planlaması sürecinde dikkate alınması gereken önemli unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Baş postürü, üst hava yolu açıklığı ve kraniyofasiyal morfoloji arasında çeşitli ilişkiler olduğu bildirilmiştir. Özellikle üst hava yolu açıklığının azaldığı bireylerde, başın gövdeye göre daha fazla ekstansiyonda konumlandırılmasının, hava yolu açıklığının korunmasına yönelik adaptif bir yanıt olabileceği öne sürülmüştür (Solow et al., 1984). Hyoid kemiğinin konumu ise dil ve çevresindeki kas yapılarıyla olan anatomik ve fonksiyonel bağlantıları nedeniyle baş postürü ve kraniyofasiyal morfoloji ile ilişkili olarak değerlendirilmektedir (Tallgren & Solow, 1987). Bununla birlikte, söz konusu gözlemsel ilişkiler doğrudan bir nedensellik ortaya koymamakta olup bu ilişkilerin yorumlanmasında bireysel anatomik ve fonksiyonel farklılıkların yanı sıra yapılar arasındaki karşılıklı adaptasyon mekanizmalarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Üst hava yolu, uzun yıllar boyunca iki boyutlu lateral sefalometrik radyografiler üzerinde gerçekleştirilen doğrusal ölçümler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, üst hava yolunun kesitsel boyutları anatomik bölgeler arasında farklılık gösteren, üç boyutlu ve asimetrik bir yapı olması nedeniyle, iki boyutlu görüntüleme yöntemleriyle gerçek hacminin ve minimum kesit alanının doğrudan belirlenmesi mümkün değildir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin (KIBT) kullanıma girmesiyle birlikte, üst hava yolunun farklı anatomik bölgelerinin hacimsel olarak değerlendirilmesi ve minimum kesit alanının belirlenmesi mümkün hâle gelmiştir (Aboudara et al., 2009; Savoldi et al., 2024). Bu bölümde, üst hava yolunun üç boyutlu değerlendirilmesi; anatomik

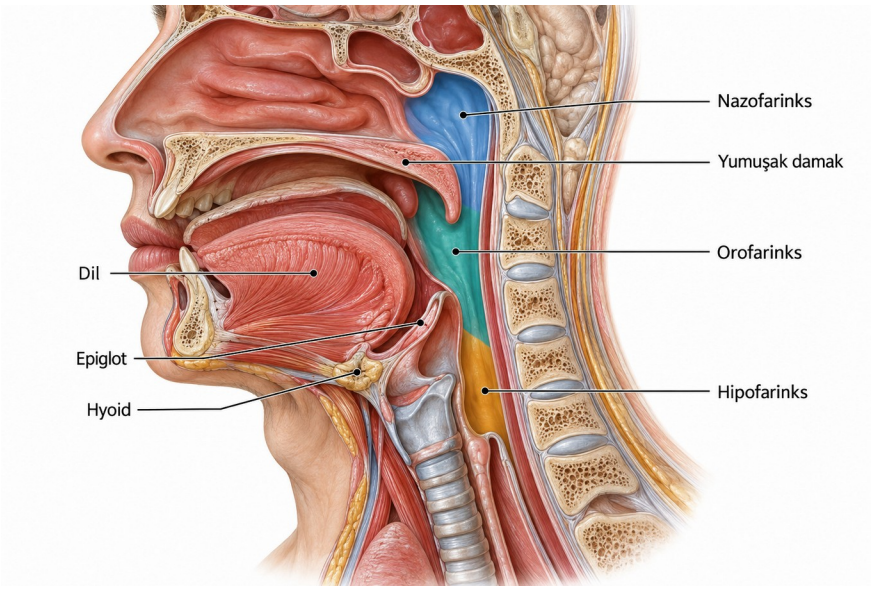
bölümleri, görüntüleme ve ölçüm yöntemleri, kraniyofasiyal iskeletsel paternlerle ilişkisi, ortodontik ve cerrahi tedavilerin üst hava yolu üzerindeki etkileri ve obstrüktif uyku apnesi (OUA) ile ilişkisi çerçevesinde ele alınacaktır. Üst hava yolunun anatomik bölümleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Üst Hava Yolunun Bölümleri ve Ölçüm Parametreleri

Faringeal hava yolu, kafa tabanından krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar uzanan farinks lümenini kapsamaktadır. Bu bölümde bölgesel tanımlama için nazofarinks, nazal kavitenin posteriorunda kafa tabanı ile yumuşak damak arasında; orofarinks, yumuşak damak ile epiglotun üst kenarı arasında; hipofarinks ise epiglotun üst kenarından krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar, larinksin posteriorunda uzanan bölüm olarak ele alınmaktadır. Bununla birlikte, söz konusu anatomik sınıflandırma, KIBT çalışmalarında kullanılan ölçüm sınırlarıyla her zaman tam olarak örtüşmemektedir. Bu nedenle, ölçümlerin tekrarlanabilirliğinin sağlanması ve farklı çalışmalar arasında karşılaştırma yapılabilmesi açısından, analizlerde kullanılan anatomik referans noktalarının ve düzlemlerinin açıkça tanımlanması önem taşımaktadır (Guijarro-Martínez & Swennen, 2011). Üst hava yolunun üç boyutlu değerlendirilmesinde kullanılan temel parametreler, toplam ve bölgesel hava yolu hacimleri (mm^3) ile minimum aksiyel kesit alanıdır (mm^2). Minimum kesit alanı, tanımlanan ölçüm bölgesindeki ardışık aksiyel kesitlerin lümen alanları karşılaştırılarak elde edilen en küçük alanı ifade etmektedir. Bu değer seçilen anatomik sınırlara ve kesit yönelimine bağlıdır; üç boyutlu modelin dış görünüşünde dar görünen bir noktanın seçilmesiyle belirlenmemektedir. Hacimsel ölçümler hava yolunun genel boyutları hakkında bilgi sağlarken, minimum kesit alanı bölgesel daralmaların belirlenmesine olanak tanımaktadır. Ancak bu parametrelerin hiçbiri tek başına hava akımının dinamik özelliklerini

veya uyku sırasında meydana gelebilecek hava yolu kollapsını doğrudan değerlendirmemektedir (Şekil 1 ve 2).

Şekil 1. Üst hava yolunun bölümleri



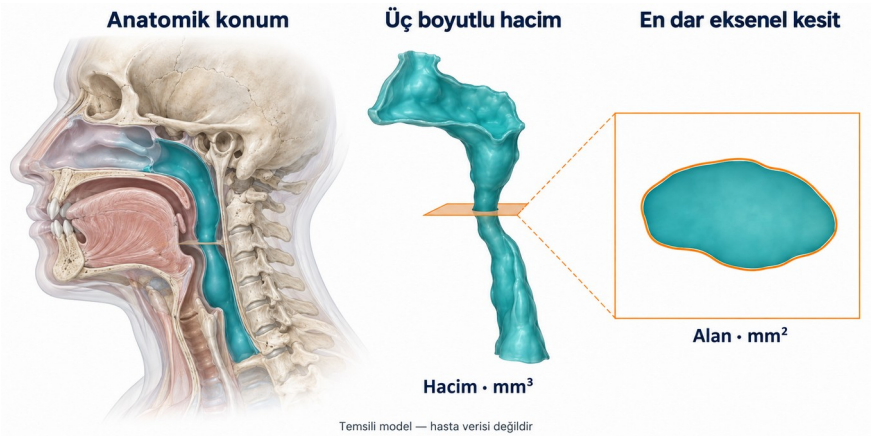
Kaynak: Bu bölüm için özgün hazırlanmış yapay zekâ destekli tıbbi illüstrasyon; gerçek hasta görüntüsü değildir. Renkli alanlar temsili bölgesel ayrımı gösterir; ölçüm sınırları kullanılan protokole göre tanımlanmalıdır.

Görüntüleme, Ölçüm Yöntemleri ve Güvenilirlik

Üst hava yolunun hacimsel değerlendirilmesi, KIBT verilerinin segmentasyonu yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte, havayı çevre dokulardan ayırt etmek için uygun eşik değerleri belirlenmektedir. Hava yolu boşluğu çevre dokulardan ayrıştırılarak üç boyutlu olarak modellenmekte; ardından hacim ve kesit alanları hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, segmentasyon sırasında kullanılan eşik değerleri, analiz yazılımı ve belirlenen anatomik sınırlar, ölçüm sonuçlarını etkileyebilen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, ölçümlerin güvenilirliğinin ve doğruluğunun birbirinden ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir ölçüm yönteminin tekrarlanan uygulamalarda benzer sonuçlar

vermesi, söz konusu yöntemin gerçek değere yakın ölçümler sağladığını tek başına göstermemektedir. Üç ticari DICOM görüntüleyicisini karşılaştıran bir çalışmada, hava yolu hacim ölçümleri yüksek tekrarlanabilirlik göstermiş; buna karşın referans segmentasyon yöntemiyle ve yazılımlar arasında sistematik farklılıklar saptanmıştır (El & Palomo, 2010). Bu nedenle, üst hava yolunun üç boyutlu analizlerinde kullanılan yöntemlerin geçerliliğinin değerlendirilmesi ve segmentasyon parametreleri ile anatomik sınırların açıkça tanımlanması önem taşımaktadır. Hacimsel ölçümler ile kesit alanı ölçümleri arasındaki temel farklılıklar Şekil 2'de özetlenmiştir.

Şekil 2. Hacim ve minimum kesit alanı



Kaynak: Bu bölüm için özgün hazırlanmış yapay zekâ destekli tıbbi illüstrasyon; gerçek hasta görüntüsü değildir. Turuncu düzlem, tanımlanan bölgedeki ardışık aksiyel kesitler arasında en küçük lümen alanına sahip seviyeyi temsili olarak gösterir; bu nedenle minimum kesit olarak adlandırılmıştır. Sağda aynı kesit büyütülmüştür. Gerçek bir KIBT veri setinden hesaplanmış minimum alan veya hasta ölçümü içermez.

Üst hava yolunun hacimsel ölçümlerinin güvenilirliğini etkileyen başlıca faktörler arasında, görüntüleme sırasında ortaya çıkan fizyolojik ve pozisyonel değişkenler yer almaktadır. Doğal baş pozisyonundan sapma, görüntülerin inspirasyon veya ekspirasyon

fazında elde edilmesi ve dil ile yumuşak damağın görüntüleme sırasındaki konumları, ölçülen hava yolu hacminde belirgin farklılıklara neden olabilmektedir. Bununla birlikte, KIBT'nin statik görüntüler sağlaması nedeniyle, uyku sırasında meydana gelen dinamik hava yolu daralmalarının bu yöntemle doğrudan değerlendirilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, statik koşullarda elde edilen hacimsel ölçümler, solunum fonksiyonunun dinamik değerlendirmesinin yerini tutmamaktadır. Görüntüleme sürecindeki fizyolojik ve pozisyonel değişkenlerin yeterince standardize edilmemesi, farklı çalışmaların bulgularının karşılaştırılabilirliğini sınırlayan önemli metodolojik sorunlardan biridir. Nitekim, üç boyutlu hava yolu analizlerinde kullanılan yöntemleri inceleyen çalışmalar, görüntüleme protokollerinin, segmentasyon yöntemlerinin ve anatomik sınırların standartlaştırılmasının önemini vurgulamaktadır (Guijarro-Martínez & Swennen, 2011). Üç boyutlu hava yolu değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken temel standardizasyon parametreleri Şekil 3'te özetlenmiştir.

Şekil 3. Üç boyutlu ölçümde standardizasyon koşulları



Kaynak: Bu bölüm için özgün hazırlanmış şema. Aynı analiz yöntemi, fizyolojik ve pozisyonel farklılıkları tek başına ortadan kaldırmaz.

Üst Hava Yolu ve İskeletsel Patern

Üst hava yolu boyutları ile kraniyofasiyal morfoloji arasında çeşitli ilişkiler bulunduğu bildirilmekle birlikte, bireyler arasındaki anatomik ve morfolojik farklılıklar nedeniyle iskeletsel paternin tek

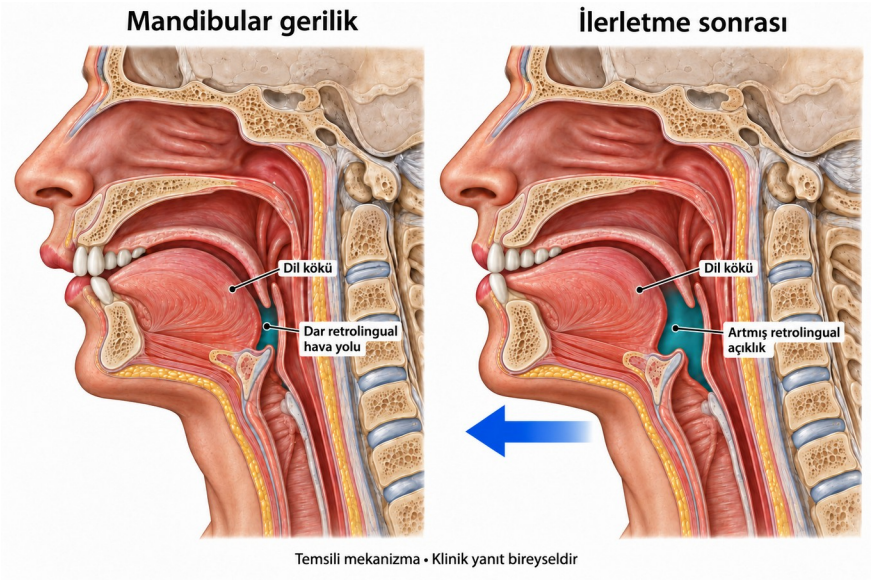
başına hava yolu hacmini açıklamak için yeterli olmadığı belirtilmektedir (El & Palomo, 2011; Grauer et al., 2009). Hyoid kemiği, dil ve çevresindeki kas yapılarıyla olan anatomik ve fonksiyonel bağlantıları nedeniyle, üst hava yolu ile kraniyofasiyal morfoloji arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde önemli bir anatomik yapı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, hyoid kemiğinin konumu baş postürüyle birlikte değerlendirilmeli ve belirli bir kraniyofasiyal büyüme paterninin doğrudan üst hava yolu daralmasına neden olduğu varsayımından kaçınılmalıdır (Tallgren & Solow, 1987).

Ortodontik ve Ortopedik Tedavinin Üst Hava Yoluna Etkisi

Hızlı üst çene genişletmesi, maksiller transversal darlığı bulunan büyüme ve gelişim dönemindeki bireylerde nazal taban genişliğinin artırılmasına katkı sağlayarak üst hava yolu boyutları ve nazal solunum fonksiyonu üzerinde olumlu etkiler oluşturabilmektedir. Bununla birlikte, anatomik düzeyde elde edilen genişlemenin, obstrüktif uyku apnesinin klinik olarak düzeldiği anlamına gelmediği göz önünde bulundurulmalıdır. Bir şemsiye derlemede, pediatrik uyku apnesinde hızlı üst çene genişletmesinin etkinliğine ilişkin kanıtın sınırlı ve tutarsız olduğu vurgulanmıştır (Barbosa et al., 2023). Daha yeni bir meta-analizde uyku parametrelerinde olumlu değişiklikler bildirilmekle birlikte, çalışmalar arasındaki heterojenlik ve metodolojik sınırlılıklar nedeniyle bu bulgular dikkatle yorumlanmalıdır (Yu et al., 2026). Mandibulanın öne konumlandırılmasına ilişkin bulgular ise hasta grubuna ve ölçüm yöntemine göre yorumlanmalıdır. OUA hastalarında mandibulanın öne konumlandırılmasını değerlendiren iki boyutlu radyografik bir çalışmada, orofaringeal açıklığın bazı doğrusal ölçümlerinde artış bildirilmiştir (Battagel et al., 1999). Bununla birlikte bu bulgular, çocuklarda büyüme döneminde uygulanan fonksiyonel ortopedik tedavinin uzun dönem etkisine veya üç boyutlu hacim artışına kanıt olarak yorumlanmamalıdır.

Mandibular gerilikle birlikte hava yolu daralması görülen temsili bir örnek ve ilerletmeyle açıklığın artabileceği durum Şekil 4'te gösterilmiştir.

Şekil 4. Mandibular ilerletmenin olası mekanizması



Kaynak: Bu bölüm için özgün hazırlanmış yapay zekâ destekli tıbbi illüstrasyon; gerçek hasta görüntüsü değildir. Sol panel, mandibular gerilikle birlikte dil kökü arkasındaki hava yolunun dar olduğu temsili bir örneği; sağ panel, mandibulanın öne alınmasıyla bu açıklığın artabileceği durumu gösterir. Mavi ok ilerletme yönünü belirtir. Mandibular gerilik her bireyde hava yolu tıkanıklığı oluşturmaz; görsel gerçek hasta verisi veya tedavi başarısı göstergesi değildir.

Ortognatik Cerrahi ve Üst Hava Yolu

Çenelerin ortognatik cerrahi ile yeniden konumlandırılması, faringeal hava yolunun anatomik boyutları ve morfolojisi üzerinde değişikliklere neden olabilmektedir. Mandibular geri alma cerrahisi, dil ve ilişkili yumuşak dokuların posterior yönde yer değiştirmesine bağlı olarak faringeal hava yolu boyutlarında azalmaya yol açabilmektedir. Bununla birlikte, cerrahi tedaviye maksiller ilerletmenin eşlik etmesi, hava yolunun farklı anatomik bölgelerinde

meydana gelen değişiklikleri etkileyebilmektedir. Ancak yalnızca anatomik daralma saptanmasından obstrüktif uyku apnesi geliştiği sonucu çıkarılamaz. Nitekim, 2024 yılında yayımlanan bir meta-analizde, genç ve sistemik açıdan sağlıklı Sınıf III maloklüzyona sahip bireylerde, ortognatik cerrahi sonrasında kısa dönem uyku parametrelerinde grup düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir kötüleşme saptanmamıştır. Bununla birlikte, büyük miktarda mandibular geri alma uygulanan bazı olgularda postoperatif dönemde obstrüktif uyku apnesi geliştiği bildirilmiştir (Honglertnapakul et al., 2024). Bu nedenle, ortognatik cerrahi planlamasında çenelerin hareket yönü ve miktarının yanı sıra hastaya özgü anatomik özelliklerin ve solunumla ilişkili risk faktörlerinin de kapsamlı biçimde değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

Ortognatik cerrahi sonrasında elde edilen anatomik değişikliklerin uzun dönem stabilitesi, tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Saat yönünün tersine rotasyonla birlikte maksillomandibular ilerletme uygulanan bireylerde, orta ve alt orofaringeal açıklığa ilişkin bazı sefalometrik ölçümlerdeki artışın ortalama 34 aylık takipte korunduğu; üst orofaringeal bölgede ise farklı bir zamansal yanıt görüldüğü bildirilmiştir (Goncalves et al., 2006). Bununla birlikte, iki boyutlu sefalometrik ölçümlerle belirlenen bu değişikliklerin, üç boyutlu hava yolu hacmindeki artışı veya obstrüktif uyku apnesinde klinik iyileşmeyi doğrudan yansıttığı varsayılmamalıdır. Bu nedenle, ortognatik cerrahi planlamasında ve tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde, elde edilen anatomik değişikliklerin uzun dönem stabilitesi ile solunum fonksiyonuna ilişkin klinik sonuçların ayrı sonlanımlar olarak değerlendirilip birlikte yorumlanması önem taşımaktadır.

Üst Hava Yolu ve Obstrüktif Uyku Apnesi

Obstrüktif uyku apnesi, uyku sırasında üst hava yolunun tekrarlayan şekilde kısmen veya tamamen obstrüksiyona uğramasıyla karakterize bir solunum bozukluğudur. Mandibulanın öne konumlandırılması, dil ve ilişkili yumuşak dokuların anterior yönde yer değiştirmesi yoluyla orofaringeal açıklığı artırabilir. Battagel ve arkadaşları, hafif ve orta şiddette OUA bulunan hastalarda iki boyutlu lateral sefalometrik radyografilerini incelemiş; dişlerin maksimum interküspasyonda olduğu konumu, mandibulanın tolere edilebilen en ileri konumuyla karşılaştırmıştır. Bulgular bu konumsal değişimin radyografik etkisini yansıtmaktadır (Battagel et al., 1999). Bu tedavi yaklaşımının olası anatomik etki mekanizması Şekil 4'te gösterilmiştir. Erişkin hastalarda, uygun endikasyonların varlığında kişiye özel olarak hazırlanan ve ayarlanabilir özellikteki mandibular ilerletme apareyleri, uyku hekimi ve diş hekiminin multidisipliner iş birliğiyle uygulanabilmektedir. Tedavinin etkinliğinin ise takip sürecinde gerçekleştirilen objektif uyku testleriyle değerlendirilmesi önerilmektedir (Ramar et al., 2015). KIBT, üst hava yolunun anatomik ve morfolojik özelliklerinin üç boyutlu olarak incelenmesine katkı sağlamakla birlikte, tek başına obstrüktif uyku apnesi tanısı koymak için yeterli değildir. OUA tanısı, kapsamlı klinik uyku değerlendirmesiyle birlikte polisomnografi veya uygun erişkin hastalarda evde uygulanan uyku apnesi testleri aracılığıyla konulmaktadır (Kapur et al., 2017).

Dudak-Damak Yarığında Üst Hava Yolu

Dudak-damak yarığı bulunan bireylerde maksiller büyüme ve gelişim özellikleri, geçirilmiş cerrahi müdahaleler ve yumuşak dokulardaki anatomik farklılıklar, üst hava yolunun morfolojik yapısını etkileyebilmektedir. Sendromik olmayan dudak-damak yarıklı bireyler ile sağlıklı kontrol gruplarını karşılaştıran bir meta-

analizde, özellikle velofarinks ve orofarinks hacimlerinin ve faringeal minimum kesit alanının grup düzeyinde daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ahrari et al., 2026). Bununla birlikte, gruplar arasında belirlenen bu morfolojik farklılıkların, bireysel düzeyde solunum fonksiyon bozukluğunun veya obstrüktif uyku apnesinin varlığını doğrudan gösterdiği düşünülmemelidir. Bu nedenle, üst hava yolunun değerlendirilmesinde bireye özgü anatomik özelliklerin, klinik semptomların ve geçirilmiş cerrahi müdahalelerin birlikte ele alınması önem taşımaktadır. Ayrıca, üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı değerlendirmelerde, ölçümlerin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini artırmak amacıyla anatomik sınırların ve görüntüleme koşullarının açıkça tanımlanması gerekmektedir.

Sınırlılıklar ve Sonuç

Üst hava yolunun üç boyutlu değerlendirilmesi, farklı anatomik bölgelerdeki hava yolu hacimlerinin ve minimum kesit alanlarının ayrıntılı olarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, elde edilen ölçüm sonuçları; baş postürü, solunum fazı, dilin konumu, segmentasyon sırasında kullanılan eşik değerleri ve anatomik sınırların tanımlanması gibi çeşitli fizyolojik ve metodolojik faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu nedenle, özellikle farklı zaman noktalarında gerçekleştirilen ölçümlerin karşılaştırılmasında, görüntüleme ve analiz koşullarının standardize edilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca, üst hava yolunda meydana gelen statik anatomik değişiklikler ile solunum fonksiyonundaki klinik iyileşmelerin ayrı sonlanımlar olarak değerlendirilip birlikte yorumlanması gerekmektedir. KIBT, obstrüktif uyku apnesinin tanı veya taramasında tek başına kullanılan bir yöntem olarak değerlendirilmemeli; görüntüleme endikasyonu belirlenirken klinik gereklilik ve iyonlaştırıcı radyasyon maruziyetinin gerekçelendirilmesi ilkeleri göz önünde bulundurulmalıdır (Savoldi et al., 2024). Sonuç olarak, ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavi

kararları yalnızca anatomik ve morfolojik ölçümlere dayandırılmamalı; klinik değerlendirme bulguları ve gerekli durumlarda uyku tıbbına yönelik tanısal incelemelerle birlikte bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Kaynakça/References

Aboudara, C., Nielsen, I., Huang, J. C., Maki, K., Miller, A. J., & Hatcher, D. (2009). Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 135*(4), 468–479. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.04.043

Ahrari, F., Eslami, N., Bardideh, E., Ghorbani, M., Forghani, M., & Gazerani, A. (2026). Comparison of pharyngeal airway dimensions between nonsyndromic cleft lip and palate patients and healthy controls: A systematic review and meta-analysis. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 63*(5), 1373–1384. https://doi.org/10.1177/10556656251325095

Barbosa, D. F., Bana, L. F., Michel, M. C. B., Meira e Cruz, M., Zancanella, E., & Machado Júnior, A. J. (2023). Rapid maxillary expansion in pediatric patients with obstructive sleep apnea: An umbrella review. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, 89*(3), 494–502. https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2023.02.004

Battagel, J. M., Johal, A., L'Estrange, P. R., Croft, C. B., & Kotecha, B. (1999). Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusion in subjects with obstructive sleep apnoea (OSA). *European Journal of Orthodontics, 21*(4), 363–376. https://doi.org/10.1093/ejo/21.4.363

El, H., & Palomo, J. M. (2010). Measuring the airway in 3 dimensions: A reliability and accuracy study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 137*(4 Suppl.), S50.e1–S50.e9. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.11.010

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

Goncalves, J. R., Buschang, P. H., Goncalves, D. G., & Wolford, L. M. (2006). Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counter-clockwise maxillo-mandibular advancement surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 64*(5), 755–762. https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.11.046

Grauer, D., Cevidanes, L. S. H., Styner, M. A., Ackerman, J. L., & Proffit, W. R. (2009). Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 136*(6), 805–814. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.01.020

Guijarro-Martínez, R., & Swennen, G. R. J. (2011). Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: A systematic review of the literature. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 40*(11), 1227–1237. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.06.017

Honglertnapakul, Y., Peanchitlertkajorn, S., Likitkulthanaporn, A., Saengfai, N. N., Chaweewannakorn, C., & Boonpratham, S. (2024). Impacts of mandibular setback with or without maxillary advancement for class III skeletal correction on sleep-related respiratory parameters: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research, 27*(6), 839–852. https://doi.org/10.1111/ocr.12798

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

Linder-Aronson, S. (1974). Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *American Journal of Orthodontics, 65*(1), 1–15. https://doi.org/10.1016/0002-9416(74)90153-5

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

Savoldi, F., Dagassan-Berndt, D., Patcas, R., Mak, W.-S., Kanavakis, G., Verna, C., Gu, M., & Bornstein, M. M. (2024). The use of CBCT in orthodontics with special focus on upper airway analysis in patients with sleep-disordered breathing. *Dentomaxillofacial Radiology, 53*(3), 178–188. https://doi.org/10.1093/dmfr/twae001

Solow, B., Siersbæk-Nielsen, S., & Greve, E. (1984). Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology. *American Journal of Orthodontics, 86*(3), 214–223. https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90373-7

Tallgren, A., & Solow, B. (1987). Hyoid bone position, facial morphology and head posture in adults. *European Journal of Orthodontics, 9*(1), 1–8. https://doi.org/10.1093/ejo/9.1.1

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), Article 77. https://doi.org/10.1007/s11325-026-03606-1

BÖLÜM 3

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 4

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


BİDGE